



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - KI141502

# IMPLEMENTASI PEMODELAN *BAS RELIEF* MENGUNAKAN GRADIEN CITRA DAN ALPHA BLENDING UNTUK PENGENALAN OBJEK

MASERATI TEJA BAIHAQI  
5113100168

Dosen Pembimbing  
Dr. Eng. NANIK SUCIATI, S.Kom., M.Kom.  
ARYA YUDHI WIJAYA, S.Kom., M.Kom.

DEPARTEMEN INFORMATIKA  
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018

***[Halaman ini sengaja dikosongkan]***



TUGAS AKHIR - KI141502

# IMPLEMENTASI PEMODELAN *BAS RELIEF* MENGUNAKAN GRADIEN CITRA DAN ALPHA BLENDING UNTUK PENGENALAN OBJEK

MASERATI TEJA BAIHAQI  
5113100168

Dosen Pembimbing I  
Dr. Eng. NANIK SUCIATI, S.Kom., M.Kom.

Dosen Pembimbing II  
ARYA YUDHI WIJAYA, S.Kom., M.Kom.

DEPARTEMEN INFORMATIKA  
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya, 2018

***[Halaman ini sengaja dikosongkan]***



FINAL PROJECT - KI141502

# IMPLEMENTATION OF *BAS RELIEF* MODELING USING GRADIENT IMAGE AND ALPHA BLENDING TO INTRODUCE OBJECT

MASERATI TEJA BAIHAQI  
5113100168

Supervisor I  
Dr. Eng. NANIK SUCIATI, S.Kom., M.Kom.

Supervisor II  
ARYA YUDHI WIJAYA, S.Kom., M.Kom.

DEPARTMENT OF INFORMATICS  
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND COMMUNICATION  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya, 2018

***[Halaman ini sengaja dikosongkan]***

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**IMPLEMENTASI PEMODELAN *BAS RELIEF***  
**MENGGUNAKAN GRADIEN CITRA DAN ALPHA**  
**BLENDING UNTUK PENGENALAN OBJEK**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer  
pada  
Rumpun Mata Kuliah Komputasi Cerdas dan Visi  
Program Studi S-1 Departemen Informatika  
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:  
**MASERATI TEJA BAIHAQI**  
**NRP: 5113100168**

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dr. Eng. Nanik Suciati, S.Kom., M.Kom.  
NIP. 197104281994122001

Arya Yudhi Wijaya, S.Kom., M.Kom.  
NIP. 198409042010121002



**SURABAYA**  
**JANUARI, 2018**

***[Halaman ini sengaja dikosongkan]***



# **IMPLEMENTASI *BAS RELIEF* MENGGUNAKAN GRADIEN CITRA DAN ALPHA BLENDING UNTUK PENGENALAN OBJEK**

Nama Mahasiswa : Maserati Teja Baihaqi  
NRP : 5113100168  
Jurusan : Departemen Informatika, FTIK ITS  
Dosen Pembimbing 1 : Dr. Eng. Nanik Suciati, S.Kom., M.Kom.  
Dosen Pembimbing 2 : Arya Yudhi Wijaya, S.Kom., M.Kom.

## ***Abstrak***

*Bas Relief adalah gambar timbul atau relief yang memiliki ketinggian lebih rendah dibandingkan relief jenis lainnya. Bas relief mempunyai banyak kegunaan salah satunya dapat dijadikan alat pengenalan objek. Namun, belum banyak aplikasi pemodelan bas relief yang ada dan mudah digunakan. Selain itu kebanyakan generator bas relief menggunakan input dari model tiga dimensi.*

*Tugas akhir ini mengimplementasikan pemodelan bas relief menggunakan Intuitive style yang memungkinkan pengguna mengatur ketinggian dan banyak detail dari model tiga dimensi bas relief yang dibuat. Input pada program ini merupakan gambar 2 dimensi berekstensi png. Pada gambar dua dimensi dilakukan perhitungan gradien dan overlaying menggunakan algoritma alpha blending. Hasil gradien digunakan untuk menurunkan ketinggian dari background sedangkan hasil overlaying digunakan untuk memperkirakan ketinggian dan detail dari objek dalam gambar. Kemudian model bas relief dibentuk menggunakan triangle mesh dan disimpan ke dalam sebuah file berekstensi obj.*

*Uji coba dilakukan menggunakan 3 citra input yang dibentuk menjadi 20 model tiga dimensi bas relief. Kemudian dilakukan survey kepada 87 responden. Survey dilakukan untuk menentukan background (sejajar dengan foreground atau lebih rendah), tepian (landai atau curam), nilai skala (5, 20, 30, 40, 50) dan nilai sigma (1, 2, 3, 4, 5). Hasil survey menunjukkan bahwa bas relief*

*yang memiliki background lebih rendah dari foreground lebih banyak dipilih oleh responden dengan persentase 81,99% ,sedangkan tepi objek yang landai lebih banyak dipilih dari tepi curam dengan persentase 59,77%, nilai skala 30 paling banyak dipilih dengan persentase 35,63% dan nilai sigma 1 paling banyak dipilih dengan persentase 54,02%.*

***Kata kunci: image gradient, intuitive style, bas relief, Triangle mesh***

# **IMPLEMENTATION OF BAS RELIEF MODELING USING GRADIENT IMAGE AND ALPHA BLENDING TO INTRODUCE OBJECT**

Student Name : Maserati Teja Baihaqi  
Registration Number : 5113100168  
Department : Informatics Engineering, FTIf ITS  
First Supervisor : Dr. Eng.Nanik Suciati, S.Kom.,M.Kom.  
Second Supervisor : Arya Yudhi Wijaya, S.Kom., M.Kom.

## ***Abstrak***

*Bas Relief is an embossed image or relief that has the lower altitude between other type of relief. Bas relief has many uses, one of its uses is as an object introduction tool. However, there are not many bas relief modeling applications exist and are easy to use. In addition, most of bas relief generators use three dimension model input for creating bas relief.*

*This final project proposes a bas relief modeling using Intuitive style that allow us to adjust the height and detail of three dimensional bas relief model which created in this program. The input in this program is a 2 dimensional image with png extension. Gradient calculation and overlaying using alpha blending algorithm was done in the two-dimensional image. The gradient results is used to lower the height of the background while the overlaying result is used to estimate height and detail of objects in the image. The bas relief model then formed using triangle mesh and stored into a file with obj extension type.*

*The experiment conducted using 3 input images formed into 20 three dimensional models of bas relief. Then we conducted a survey to 87 respondents. show that optimum bas reliefs have lower backgrounds than the foreground, sloping edges of objects, 30 for scale values to adjust the altitude and 1 for sigma values to adjust details The survey was conducted to determine the background (parallel to the foreground or lower), edge (ramps or steep), scale (5, 20, 30, 40, 50) and sigma value (1, 2, 3, 4, 5). Survey results*

*show that bas reliefs which has lower backgrounds than foreground are preferred by respondents with 81,99% percentage, whereas the sloping object edges are preferred from steep edges with 59,77% percentage, 30 is the most selected value of scale by 35,63% percentage and sigma value 1 is most preferred with 54,02% percentage.*

***Key words: image gradient, intuitive style, bas relief, Triangle mesh***

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdu lillahi rabbil ‘alamin segala puji bagi Allah Subhanahu wa Ta’ala yang telah melimpahkan rahmat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Implementasi Pemodelan *Bas relief* Menggunakan Gradien Citra dan Alpha Blending Untuk Pengenalan Objek”**.

Buku tugas akhir ini disusun dengan harapan dapat memberikan manfaat untuk membantu penyandang tunanetra. Selain itu, penulis berharap dapat memberikan kontribusi positif bagi kampus Teknik Informatika ITS.

Dalam perancangan, pengerjaan, dan penyusunan tugas akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Eng. Nanik Suciati, S.Kom., M.Kom. dan Bapak Arya Yudhi Wijaya, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing penulis yang telah memberi ide, nasihat dan arahan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Orang tua penulis Bapak Budi Rahardjo dan Ibu Susi Susilawati yang telah memberikan dukungan moral, spiritual dan material serta senantiasa memberikan doa demi kelancaran dan kemudahan penulis dalam mengerjakan tugas akhir.
3. Seluruh saudara kandung: satu kakak dan satu adik (mbak Nita, dek Bina) dan keluarga (mang Adid, om Widhi, Enin, bi eneng, anak aksel) serta seluruh keluarga besar yang telah memberikan dukungan yang besar baik secara langsung maupun secara implisit.
4. Teman satu bimbingan Bu Nanik dan Pak Arya (Asri) yang sering memberi tips dan nasihat.

5. Teman-teman mahasiswa angkatan 2013 yang sama-sama mengarungi empat tahun masa perkuliahan bersama penulis, yang saat berinteraksi dan diam-diam mengamati tingkah laku mereka, telah memberi penulis banyak pelajaran hidup secara tersirat maupun tersurat dengan gratis.
6. Pihak-pihak lain yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari masih ada kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini. Penulis mohon maaf atas kesalahan, kelalaian maupun kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini. Kritik dan saran yang membangun dapat disampaikan sebagai bahan perbaikan ke depan.

Surabaya, Desember 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>v</b>
<i>Abstrak</i> .....	<b>vii</b>
<i>Abstrak</i> .....	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR KODE SUMBER .....</b>	<b>xix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Tugas Akhir .....	3
1.5 Manfaat Tugas Akhir .....	3
1.6 Metodologi .....	3
1.7 Sistematika Laporan.....	4
<b>BAB II DASAR TEORI.....</b>	<b>7</b>
2.1 <i>Bas relief</i> .....	7
2.2 <i>Waveront obj</i> .....	7
2.3 <i>Image gradient</i> .....	8
2.4 <i>Triangle mesh</i> .....	10
2.5 <i>Intuitive style</i> .....	12
2.6 Unsharp Masking .....	13
2.7 Alpha Blending .....	13
2.8 Metode <i>Luminosity</i> .....	13
2.9 Gaussian Smoothing filter .....	14
<b>BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN .....</b>	<b>15</b>
3.1 Tahap Analisis.....	15
3.1.1 Deskripsi Umum.....	15
3.1.2 Spesifikasi Kebutuhan Sistem .....	15
3.1.3 Analisis Permasalahan.....	16
3.2 Tahap Perancangan .....	17

3.2.1 Perancangan Sistem .....	17
3.2.2 Perancangan Data .....	18
3.2.3 Perancangan Proses .....	18
<b>BAB IV IMPLEMENTASI.....</b>	<b>31</b>
4.1 Lingkungan Implementasi.....	31
4.1.1 Perangkat Keras .....	31
4.1.2 Perangkat Lunak .....	31
4.2 Implementasi Tahap <i>Preprocessing</i> .....	31
4.2.1 Implementasi <i>Resizing</i> .....	32
4.2.2 Implementasi konversi ke Citra Keabuan .....	32
4.2.3 Implementasi Konversi ke <i>Double</i> .....	33
4.3 Implementasi Proses Pencarian Dasar Ketinggian .....	33
4.3.1 Implementasi <i>Image gradient</i> .....	33
4.3.2 Implementasi Penggabungan citra .....	34
4.4 Implementasi Proses Pemodelan 3D .....	34
4.4.1 Implementasi Pembuatan File 3D.....	36
4.4.2 Implementasi Pembuatan <i>Triangle mesh</i> .....	36
<b>BAB V UJI COBA DAN EVALUASI.....</b>	<b>37</b>
5.1 Lingkungan Uji Coba .....	37
5.2 Data Uji Coba.....	37
5.3 Skenario Uji Coba .....	38
5.4 Uji Coba Penentuan <i>Background</i> .....	38
5.5 Uji coba penentuan tepi.....	41
5.6 Uji coba penentuan nilai skala .....	43
5.7 Uji coba penentuan nilai sigma pada filter gaussian .....	45
5.8 Analisis Evaluasi Hasil Uji Coba .....	47
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>49</b>
6.1 Kesimpulan .....	49
6.2 Saran.....	50



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1 Contoh <i>Bas relief</i></b> .....	7
<b>Gambar 2.2 Contoh .obj file</b> .....	11
<b>Gambar 2.3 Contoh <i>Image gradient (Gradient magnitude)</i></b> ....	11
<b>Gambar 2.4 Contoh <i>Triangle mesh</i></b> .....	12
<b>Gambar 3.1 Diagram Alir Dari Sistem Aplikasi Pemodelan <i>Bas relief</i></b> .....	17
<b>Gambar 3.2 Contoh Citra Input</b> .....	19
<b>Gambar 3.3 Diagram Alir <i>Preprocessing</i></b> .....	20
<b>Gambar 3.4 Contoh citra input dan citra ouput dari proses <i>Preprocessing</i></b> .....	21
<b>Gambar 3.5 Contoh citra input dan citra output pada proses pencarian <i>Dasar Ketinggian</i></b> .....	23
<b>Gambar 3.6 Diagram Alir Proses Pencarian <i>Dasar Ketinggian</i></b> .....	24
<b>Gambar 3.7 Contoh citra input dan output model tiga dimensi dari proses pemodelan tiga dimensi</b> .....	28
<b>Gambar 3.8 Diagram Alur Proses Pemodelan 3D</b> .....	29
<b>Gambar 3.9 Contoh <i>Triangle mesh</i> yang dibentuk berukuran 4x3 pixel</b> .....	30
<b>Gambar 3.10 Jenis-jenis segitiga yang dibentuk pada <i>triangle mesh</i></b> .....	30
<b>Gambar 3.11 Contoh faces yang terdapat dalam hasil model 3d <i>bas relief</i></b> .....	30
<b>Gambar 5.1 Citra Dua Dimensi png Yang Menjadi Data Uji Coba</b> .....	37
<b>Gambar 5.2 <i>Bas relief</i> dari citra 1</b> .....	40
<b>Gambar 5.3 <i>Bas relief</i> dari citra 2</b> .....	40
<b>Gambar 5.4 <i>Bas relief</i> dari citra 3</b> .....	41
<b>Gambar 5.5 <i>Bas relief</i> dari citra 2</b> .....	42
<b>Gambar 5.6 <i>Bas relief</i> dari citra 4</b> .....	42
<b>Gambar 5.7 <i>Bas Relief</i> dengan nilai skala (A) 5, (B) 20, (C) 30, (D) 40, (E) 50</b> .....	44

**Gambar 5.8 *Bas relief* dengan nilai sigma (A) 1, (B) 2, (C) 3, (D) 4, (E) 5.....46**

**Gambar 6.1 *Bas relief* yang menggunakan parameter-parameter terbaik.....48**

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 5.1 Hasil Uji Coba Penentuan <i>Background</i> .....</b>	<b>39</b>
<b>Tabel 5.2 Hasil Uji Coba Penentuan Tepi .....</b>	<b>42</b>
<b>Tabel 5.3 Tabel Hasil Uji Coba Penentuan Nilai Skala .....</b>	<b>45</b>
<b>Tabel 5.4 Tabel Hasil Uji Coba Penentuan Nilai Sigma Pada Filter Gaussian.....</b>	<b>46</b>

***[Halaman ini sengaja dikosongkan]***

## DAFTAR KODE SUMBER

Kode Sumber 3.1 Pseudocode Pemodelan Tiga Dimensi.....	27
Kode Sumber 4.1 Implementasi <i>Resizing</i> .....	32
Kode Sumber 4.2 Implementasi Konversi ke Citra Keabuan .....	33
Kode Sumber 4.3 Implementasi Konversi ke <i>Double</i> .....	33
Kode Sumber 4.4 Implementasi <i>Image gradient</i> .....	34
Kode Sumber 4.5 Implementasi Penggabungan Citra.....	34
Kode Sumber 4.6 Implementasi Pembuatan File tiga dimensi .....	36
Kode Sumber 4.7 Implementasi Pembuatan <i>Triangle mesh</i> ..	35

***[Halaman ini sengaja dikosongkan]***

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

Pada bab ini dibahas hal-hal yang mendasari tugas akhir. Bahasan meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, metodologi, dan sistematika laporan tugas akhir.

### **1.1 Latar Belakang**

Banyak orang yang membutuhkan sarana untuk mengenal obyek–obyek yang ada di sekitarnya. Sangat penting bagi mereka untuk mengetahui berbagai macam bentuk benda melalui indera peraba juga indra penglihatan.

Aplikasi untuk mengenali obyek sudah banyak dibuat. Terdapat beberapa aplikasi yang berguna untuk pengenalan obyek. Satu diantaranya adalah *Facebook* yang telah mengembangkan sebuah teknologi kecerdasan buatan bernama *Automatic Alternative Text*. Kecerdasan buatan ini akan membacakan deskripsi dari sebuah foto yang akan mengenali obyek-obyek di dalamnya sehingga dapat mendeskripsikan apa saja yang terdapat di foto [1]. Selain itu juga terdapat sebuah aplikasi yang dirancang khusus untuk pengguna iOS tunanetra yang bernama *TapTapSee*. Aplikasi ini memanfaatkan kamera dan fungsi *VoiceOver* untuk memotret obyek dan mengidentifikasi mereka dengan suara keras untuk pengguna [2]. Dari beberapa aplikasi perangkat lunak pengenalan obyek yang sudah disebutkan, belum ada perangkat lunak yang dapat membantu mengenali bentuk sebuah obyek yang dapat dilihat dan diraba. Maka dalam tugas akhir ini akan dibuat sebuah perangkat lunak yang dapat membantu mengenali bentuk sebuah obyek di dalam citra melalui indra penglihatan dan indra peraba. *Bas relief* adalah salah satu jenis relief yang memiliki permukaan cenderung lebih rendah dibanding relief jenis lain. Relief adalah salah satu bentuk ukiran dalam material padat yang membentuk sebuah figur sehingga lebih timbul dari latar

belakangnya. Implementasi *bas relief* menggunakan model tiga dimensi dapat dilihat pada pekerjaan sebelumnya [3].

Perangkat lunak yang akan dibuat dalam Tugas Akhir ini akan dapat mengubah citra menjadi relief gambar yang dapat di gunakan untuk mengenali obyek. Citra input berupa citra dua dimensi. Program yang akan dibuat dalam Tugas Akhir ini akan menggunakan *intuitive style* [3] dengan mengintegrasikan *image gradient* dan *alpha blending* untuk mencari detail dan ketinggian dari objek dalam citra input dan membentuk *bas relief*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berikut adalah beberapa hal yang menjadi rumusan masalah dalam tugas akhir ini :

1. Bagaimana mendapatkan dasar ketinggian dari citra input?
2. Bagaimana menghasilkan *bas relief* dari hasil pencarian dasar ketinggian?
3. Bagaimana mengetahui parameter dan style terbaik dari *bas relief* yang dihasilkan?

## 1.3 Batasan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini memiliki beberapa batasan masalah, sebagai berikut :

1. Citra input berupa citra 2 dimensi berekstensi .png dengan resolusi lebih dari 1000x1000 pixel. Berekstensi png.
2. Lingkungan pengembangan yang digunakan menggunakan aplikasi MATLAB.
3. Dalam tugas akhir ini perangkat lunak akan menghasilkan objek 3D *bas relief* yang bisa dicetak tiga dimensi.
4. Untuk menemukan hasil yang optimal akan dilakukan uji coba dengan cara melakukan survey untuk mengetahui nilai nilai parameter yang mempengaruhi style, ketinggian serta banyak detail kepada 87 responden acak, menggunakan foto dari model 3d *bas relief* yang dibuat.



5. Untuk menampilkan hasil model tiga dimensi *bas relief* digunakan aplikasi Paint 3D dari Microsoft.

#### **1.4 Tujuan Tugas Akhir**

Tujuan penelitian tugas akhir ini adalah membuat program pembentukan model tiga dimensi *bas relief* yang diaplikasikan untuk pengenalan objek dari input berupa gambar dua dimensi.

#### **1.5 Manfaat Tugas Akhir**

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah terciptanya program pembentukan model tiga dimensi *bas relief* yang dapat menjadi sarana pengenalan obyek yang menarik bagi anak anak, balita, ataupun untuk penyandang tunanetra. Dengan adanya program ini diharapkan bas relief yang dihasilkan dapat digunakan untuk mengenali obyek – obyek yang ada dalam kehidupan sehari hari baik yang berukuran besar maupun obyek berukuran kecil, yang nyata maupun fiksi.

#### **1.6 Metodologi**

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

##### **1. Studi Literatur**

Pada studi literatur, dilakukan pengumpulan data dan studi terhadap sejumlah referensi yang diperlukan dalam pengerjaan tugas akhir. Referensi tersebut didapatkan dari beberapa artikel yang dipublikasikan oleh jurnal. Selain dari artikel, studi literatur juga dilakukan melalui pencarian referensi dari internet yang membahas mengenai informasi yang dibutuhkan, seperti *triangle mesh*, *Sobel filter*, *Prewitt filter* dan *image gradient*.

##### **2. Analisis dan Desain Perangkat Lunak**

Pada tahap ini disusun rancang bangun dari perangkat lunak yang dibangun. Pengguna dapat memilih citra dua Dimensi

berekstensi PNG yang telah disediakan sebagai data masukan. Kemudian, sistem akan memproses Citra Input dengan melakukan *preprocessing*, *image gradient*, dan pemodelan 3D. Setelah proses selesai, sistem akan menyimpan objek 3D yang terbentuk.

### 3. Implementasi Perangkat Lunak

Sistem pemodelan bas relief akan dibuat dengan bahasa pemrograman MATLAB menggunakan kaskas bantu IDE MATLAB 8.3 (R2014a) pada platform *desktop*. *Toolbox* yang digunakan untuk mendukung pengerjaan adalah *image processing toolbox*. Kaskas bantu pendukung lain diantaranya *Blender* untuk membuat *Citra Input* dan *3D viewer* untuk melihat model 3D.

### 4. Uji Coba dan Evaluasi

Dalam tahap ini, dilakukan pengujian parameter-parameter yang dibutuhkan pada proses ekstraksi fitur dan pemodelan 3D. Selain itu Dalam tahap ini juga dilakukan pengujian filter yang paling baik dalam proses ekstraksi fitur.

## 1.7 Sistematika Laporan

Buku tugas akhir ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran dari pengerjaan tugas akhir ini. Selain itu, diharapkan dapat berguna untuk pembaca yang tertarik untuk melakukan pengembangan lebih lanjut. Secara garis besar, buku tugas akhir terdiri atas beberapa bagian seperti berikut:

### Bab I Pendahuluan

Bab yang berisi mengenai latar belakang, tujuan, dan manfaat dari pembuatan tugas akhir. Selain itu permasalahan, batasan masalah, metodologi yang digunakan, dan sistematika penulisan juga merupakan bagian dari bab ini.

**Bab II     Dasar Teori**

Bab ini berisi penjelasan secara detail mengenai dasar-dasar penunjang dan teori-teori yang digunakan untuk mendukung pembuatan tugas akhir ini.

**Bab III    Analisis dan Perancangan**

Bab ini berisi tentang analisis dan perancangan desain sistem segmentasi area *trabecular bone*.

**Bab IV    Implementasi**

Bab ini membahas implementasi dari desain yang telah dibuat pada bab sebelumnya. Penjelasan berupa kode yang digunakan untuk proses implementasi.

**Bab V     Uji Coba dan Evaluasi**

Bab ini membahas tahap-tahap uji coba. Kemudian hasil uji coba dievaluasi untuk kinerja dari aplikasi yang dibangun.

**Bab VI    Kesimpulan dan Saran**

Bab ini merupakan bab terakhir yang menyampaikan kesimpulan dari hasil uji coba yang dilakukan dan saran untuk pengembangan aplikasi ke depannya.

***[Halaman ini sengaja dikosongkan]***

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

Pada bab ini diuraikan mengenai dasar-dasar teori yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir dengan tujuan untuk memberikan gambaran secara umum terhadap penelitian yang dikerjakan. Bab ini berisi penjelasan mengenai *Bas relief*, *Waveront obj* dan *Intitive Style* sebagai ruang lingkup dan studi kasus, metode *image gradient* untuk ekstraksi fitur, serta *triangle mesh* untuk pemodelan 3D.

#### **2.1 *Bas relief***

*Bas relief* adalah salah satu jenis relief yang memiliki permukaan cenderung lebih rendah dibanding relief jenis lain [7]. Relief adalah salah satu bentuk ukiran dalam material padat yang membentuk sebuah figur sehingga lebih timbul dari latar belakangnya [7]. *Bas relief* adalah objek 3d yang akan dihasilkan pada tugas akhir ini. Contoh *bas relief* ditunjukkan pada **Gambar 2.1**.



**Gambar 2.1 Contoh *Bas relief***

#### **2.2 *Waveront obj***

*Wavefront obj* Adalah sebuah format file geometri yang merepresentasikan objek dalam bentuk tiga dimensi. File format

ini pertama kali di kembangkan oleh Wavefront Technologies. Data utama dari file obj berupa *vertex* dan *faces* yang merepresentasikan titik koordinat dan permukaan dari objek tiga dimensi. Contoh isi file .obj dan bentuk meshnya dapat dilihat pada **Gambar2.2**. Berikut ini adalah penjelasan dari *vertex* dan *faces*.

### 1. *Geometric Vertex*

Sebuah *vertex* dalam file obj dimulai dengan huruf *v* yang diikuti koordinat (*x*, *y*, *z* [, *w*]). *W* adalah opsional dan defaultnya menjadi 1.0. Beberapa aplikasi mendukung warna *vertex*, dengan menempatkan nilai merah, hijau dan biru setelah *x y* dan *z*. Nilai warna berkisar antara 0 sampai 1.

### 2. *Face Elements*

*Face* didefinisikan menggunakan list dari *vertex*, tekstur dan normal. *Face* membut permukaan pada objek 3d dari *vertex* *vertex* yang ada dan juga dari tekstur dan normal jika ada. Sebuah *face* file obj dimulai dengan huruf *f* diikuti dengan nomor *vertex*(*v*), diikuti juga dengan nomor tekstur(*vt*) dan normal(*vn*) jika ada. *Vertex* koordinat tekstur (*vt*) berisi koordinat tekstur dari objek 3D. *Vertex* koordinat normal (*vn*) berisi vektor normal pada setiap *vertex*. Pada Tugas Akhir ini tidak menggunakan *vt* dan *vn*. Beragam bentuk *face* dapat dilihat pada **Gambar 2.2** (a) adalah *face* yang berisi hanya *geometric vertex*, (b) adalah *face* yang berisi *geometric vertex* dan *texture vertex* sedangkan (c) adalah *face* yang berisi *geometric vertex*, *texture vertex* dan normal *vertex*.

## 2.3 *Image gradient*

*Image gradient* adalah citra yang berisi perubahan intensitas atau warna [8]. *Image gradient* merekam semua perubahan dari intensitas atau warna pada sebuah gambar [8]. Untuk menghitung gradien dapat menggunakan beberapa operator. Pada tugas akhir ini gradien dicari dengan menggunakan operator sobel. Untuk

mendapatkan perkiraan gradien menggunakan operator sobel, citra input dikalikan dengan matrix kernel dari operator sobel. Setiap operator mempunyai matrix kernelnya sendiri Untuk mencari gradien direksional terhadap sumbu  $x$  ( $G_x$ ) dan sumbu  $y$  ( $G_y$ ). Operator sobel memiliki 2 matrix kernel yang digunakan untuk mencari gradien direksional terhadap sumbu  $x$  dan sumbu  $y$ .

Jika citra yang akan dicari gradien nya dilambangkan sebagai  $A$  maka  $G_x$  didapat dengan cara mengalikan matrix kernel terhadap sumbu  $x$  dari operator sobel dengan  $A$ . Rumus untuk mencari  $G_x$  dapat dilihat dalam persamaan (2.1). citra yang akan di cari gradiennya ( $A$ ) dikalikan dengan matrix kernel untuk sumbu  $x$ .

$$G_x = \begin{bmatrix} +1 & 0 & -1 \\ +2 & 0 & -2 \\ +1 & 0 & -1 \end{bmatrix} * A \quad (2.1)$$

Untuk mencari gradien terhadap sumbu  $y$  Sama seperti sumbu  $x$  yaitu melakukan perkalian dengan matrix kernel. Matrix kernel yang digunakan merupakan transpose dari matrix kernel untuk sumbu  $x$ . Rumus untuk mencari  $G_y$  dapat dilihat dalam persamaan (2.2). citra yang akan di cari gradiennya ( $A$ ) dikalikan dengan matrix kernel.

$$G_y = \begin{bmatrix} +1 & +2 & +1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} * A \quad (2.2)$$

Selain mencari  $G_x$  dan  $G_y$  dalam aplikasi ini juga diutuhkan *gradient magnitude* untuk menentukan *background* dan *foreground*. *Gradient magnitude* dihitung dengan mengkombinasikan gradien terhadap sumbu  $x$  dan gradien terhadap sumbu  $y$ . *Gradient magnitude* merupakan akar kuadrat dari nilai kuadrat  $G_x$  ditambah dengan nilai kuadrat  $G_y$ . Rumus untuk mencari *gradient Magnitude* dapat dilihat dalam persamaan (2.3). dengan  $G$  merupakan *gradient magnitude*,  $G_x$  merupakan

Gradien terhadap sumbu x dan  $G_y$  adalah gradien terhadap sumbu y. Contoh *gradient magnitude* ditunjukkan pada **Gambar 2.3**.

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad (2.3)$$

## 2.4 *Triangle mesh*

*Triangle mesh* adalah salah satu bentuk dari *polygon mesh* [13]. *Polygonal mesh* terbentuk dari kumpulan *vertex*. Setiap *vertex* merepresentasikan sebuah titik koordinat. *Vertex* tersebut saling berhubungan membentuk sebuah permukaan. Dalam *triangle mesh* 3 Titik koordinat tertentu saling berhubungan membentuk segitiga dan segitiga yang terbentuk saling berhubungan membentuk suatu permukaan [13]. Contoh *triangle mesh* ditunjukkan pada **Gambar 2.4**

Dalam aplikasi ini koordinat titik z dari vertex dibentuk menggunakan 3 persamaan yaitu :

$$1. \quad H' = \frac{A(x,y)}{255} \times \min(B) \times scl \quad (2.4)$$

Dengan  $H'$  adalah ketinggian yang akan dihitung,  $A(x,y)$  adalah nilai warna dari pixel  $x,y$  dalam citra  $A$ ,  $me(B)$  adalah median dari nilai warna pada citra  $B$  dan  $scl$  adalah parameter skala.

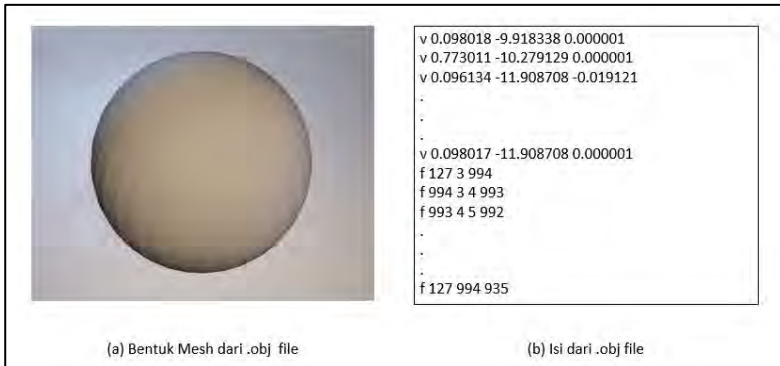
$$2. \quad H' = \frac{A(x,y)}{255} \times scl \quad (2.5)$$

Dengan  $H'$  adalah ketinggian yang akan dihitung,  $A(x,y)$  adalah nilai warna dari pixel  $x,y$  dalam citra  $A$  dan  $scl$  adalah parameter skala.

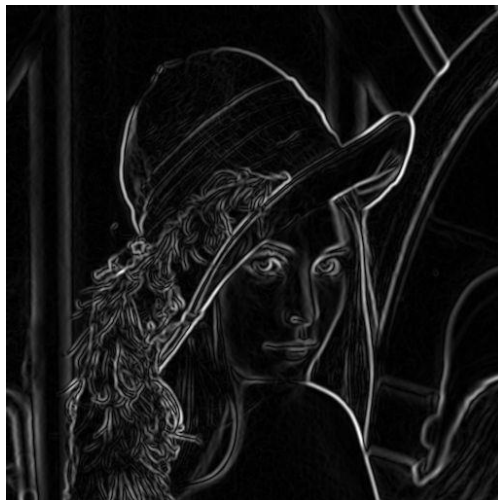
$$3. \quad H' = \frac{(me(A) - (A(x,y) - me(A)))}{255} \times scl \quad (2.6)$$



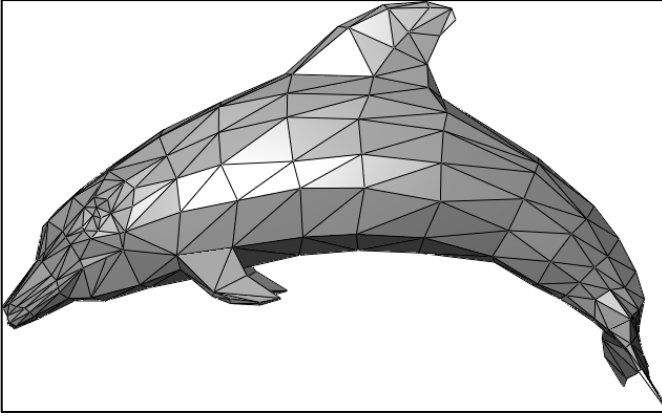
Dengan  $H'$  adalah ketinggian yang akan dihitung,  $A(x,y)$  adalah nilai warna dari pixel  $x,y$  dalam citra  $A$  dan  $me(A)$  adalah median dari nilai warna pada citra  $A$  sedangkan  $scl$  adalah parameter skala.



**Gambar 2.2 Contoh .obj file**



**Gambar 2.3 Contoh Image gradient (Gradient magnitude)**



**Gambar 2.4 Contoh Triangle mesh**

## 2.5 Intuitive style

*Intuitive style* adalah sebuah metode untuk memodelkan bas relief secara digital dengan *intuitive style control* [3]. Metode ini memberikan alternatif untuk mengatur banyak detail dan ketinggian dari bas relief yang dibentuk. Dalam pemodelan bas relief yang menggunakan input model tiga dimensi, terdapat 2 parameter utama yaitu  $\theta$  sebagai pengatur ketinggian dan  $\mu$  sebagai pengatur banyaknya detail [3]. rumus untuk memodelkan bas relief dari objek tiga dimensi menggunakan *intuitive style* dapat dilihat dalam persamaan (2.1).

$$\min H' (||\mathcal{L}(H') - \phi(N)||^2 + \mu^2 \sum_{i \in C} (h'_i - \theta^2)) \quad (2.7)$$

Dimana  $H' = \{h'_1, h'_2, \dots, h'_n\}$  adalah *height field*, sedangkan  $L(N)$  dan adalah Laplacian dari *height field*  $H'$ ,  $\theta$  adalah sebuah threshold yang digunakan untuk mengontrol ketinggian dari bas relief,  $C = \{i_1, i_2, i_3, \dots, i_n\}$  adalah indeks dari ketinggian yang akan diratakan dan  $\mu$ .

Karena Dalam Tugas Akhir ini citra inputnya adalah gambar dua dimensi, maka parameter  $\theta$  untuk mengatur ketinggian diubah menjadi parameter  $scl$  dalam perhitungan  $Z$  dan parameter  $\mu$  diubah

menjadi parameter *sigma* atau standar deviasi dalam *gaussian smoothing* filter yang digunakan dalam teknik *unsharp masking*.

## 2.6 Unsharp Masking

Teknik *unsharp masking* menggunakan gambar yang telah diburamkan dari citra asli untuk membuat mask [10]. Mask ini kemudian digabungkan dengan citra asli untuk menciptakan gambar yang lebih tajam dari gambar aslinya [10]. Pada tugas akhir ini digunakan *gaussian smoothing* filter untuk mendapatkan citra buram dari citra asli.

## 2.7 Alpha Blending

Alpha blending adalah salah satu metode untuk menggabungkan 2 citra dengan cara membuat salah satu citra menjadi *foreground* dan yang lain menjadi *background* kemudian kedua citra yang sudah menjadi *background* dan *foreground* ini diberi tingkat transparansi masing- masing sebesar  $\alpha$  [9]. Setiap citra memiliki  $\alpha$  (tingkat transparansi) sendiri.

$$C_o = \frac{c_a\alpha_a + c_b\alpha_b(1-\alpha_a)}{\alpha_a + \alpha_b(1-\alpha_a)} \quad (2.8)$$

$C_o$  adalah citra hasil penggabungan,  $C_a$  adalah warna dari pixel dalam citra  $A$ ,  $C_b$  adalah warna dari pixel dalam citra  $B$  dengan  $A$  dan  $B$  sebagai citra yang akan di gabung. Sedangkan  $\alpha_a$  adalah  $\alpha$  dari  $A$  dan  $\alpha_b$  adalah  $\alpha$  dari  $B$ .

## 2.8 Metode *Luminosity*

Metode *luminosity* adalah metode yang digunakan untuk mengubah citra berwarna menjadi citra keabuan [11]. Metode ini lebih baik dari metode pengambilan rata-rata [11]. Metode ini juga menggunakan rata-rata nilai, tapi rata-rata diberi bobot (*weight*) untuk menyesuaikan dengan persepsi manusia pada umumnya [11]. Karena manusia lebih peka terhadap warna hijau dibanding

warna lain, jadi warna hijau diberi bobot paling berat. Rumus untuk menghitung *luminosity* dapat dilihat dalam persamaan (2.9).

$$Gi = 0.2989 \times R + 0.5870 \times G + 0.1140 \times B \quad (2.9)$$

Dengan  $Gi$  sebagai citra keabuan.  $R$ ,  $G$  dan  $B$  adalah channel warna dari citra input. Sedangkan pengalinya adalah bobot dari masing masing channel.

## 2.9 Gaussian Smoothing filter

*Gaussian smoothing* banyak digunakan pada perangkat lunak grafis, biasanya untuk mengurangi noise gambar dan mengurangi detail [12]. Efek visual dari teknik blurring ini adalah efek blur yang halus [12]. Cara menggunakan gaussian smoothing filter adalah mengalikan mengambil rata-rata dari perkalian matrix citra dengan matrix kernel yang berisi distribusi normal atau gaussian. Pada tugas akhir ini citra hasil smoothing digunakan untuk mempertajam citra asli menggunakan *unsharp masking*. Rumus dari gaussian smoothing filter dapat dilihat dalam persamaan (2.2).

Dengan  $x$  adalah jarak dari titik asal ke arah horizontal,  $y$  adalah jarak dari titik asal ke arah vertikal,  $\sigma$  adalah standar deviasi, sedangkan  $\pi$  dan  $e$  adalah konstanta matematika yang mempunyai nilai 3,14 dan 2,72.

$$G(x, y) = 1 \frac{1}{2\pi\sigma^2} \cdot e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \quad (2.10)$$

## **BAB III**

### **ANALISIS DAN PERANCANGAN**

Bab analisis dan perancangan berisi analisis kebutuhan dan perancangan aplikasi yang akan dibangun. Tahap analisis membahas mengenai analisis kebutuhan yang menjadi dasar dari tahap perancangan.

#### **3.1 Tahap Analisis**

Tahap analisis mendefinisikan kebutuhan yang akan dipenuhi dalam pembangunan aplikasi implementasi *bas relief* ini. Selain itu dijelaskan pula alasan pengerjaan masing-masing tahap pada tugas akhir ini.

##### **3.1.1 Deskripsi Umum**

Pada tugas akhir ini dibangun aplikasi untuk membuat *bas relief* dari citra dua dimensi. Data masukan yang digunakan adalah citra dua dimensi. Data keluaran dari aplikasi merupakan model 3D *bas relief*. Aplikasi ini diharapkan dapat digunakan untuk membantu penyandang tunanetra. Dalam aplikasi ini gradien sumbu  $x$  dan  $y$  digunakan untuk mengekstrak detail permukaan dari objek dalam citra input. Detail yang didapat akan dibentuk menjadi model 3D *bas relief* yang dapat digunakan untuk mengenalkan objek dalam kehidupan sehari-hari kepada penyandang tunanetra. Contoh objek yang dapat dikenalkan seperti bentuk dari binatang liar, alat transportasi dan muka dari seseorang.

##### **3.1.2 Spesifikasi Kebutuhan Sistem**

Pada aplikasi pemodelan *bas relief* dibutuhkan beberapa proses untuk dapat memenuhi kebutuhan sistem dalam menghasilkan *bas relief* yang baik. Proses tersebut antara lain:

1. *Preprocessing*

*Preprocessing* dilakukan untuk mereseize citra input, mengkonversinya menjadi citra keabuan dan mengkonversi tipe datanya menjadi *double*. Proses ini

dilakukan untuk mempersiapkan citra input agar dapat dicari dasar ketinggiannya.

## 2. Pencarian Dasar Ketinggian

Proses pencarian dasar ketinggian dilakukan untuk mendapatkan dasar ketinggian dari citra input dua dimensi menggunakan perhitungan gradien dan Penggabungan citra dengan *alpha blending* yang nantinya akan diproses lebih lanjut untuk menentukan ketinggian vertex dalam pemodelan tiga dimensi.

## 3. Pemodelan tiga dimensi

Dilakukan untuk menentukan ketinggian dan membentuk model tiga dimensi *bas relief* dari dasar ketinggian yang didapatkan dalam proses sebelumnya.

### 3.1.3 Analisis Permasalahan

*Bas relief* hasil pengolahan citra dua dimensi dapat digunakan untuk pengenalan objek bagi penyandang tunanetra. Untuk mencapai hasil yang baik, terdapat beberapa permasalahan yang dapat menurunkan kualitas *bas relief*. Permasalahan-permasalahan tersebut dijelaskan sebagai berikut:

#### 3.1.3.1 Analisis Permasalahan Pada Pencarian Dasar Ketinggian

Gradien terhadap sumbu  $x$  dan  $y$  yang dibentuk pada ekstraksi fitur masih kurang tajam sehingga detail kurang representatif. Untuk menajamkannya digunakan *unsharp masking* yang didalamnya menggunakan gaussian smoothing.

#### 3.1.3.2 Analisis Permasalahan Pada Pemodelan 3D

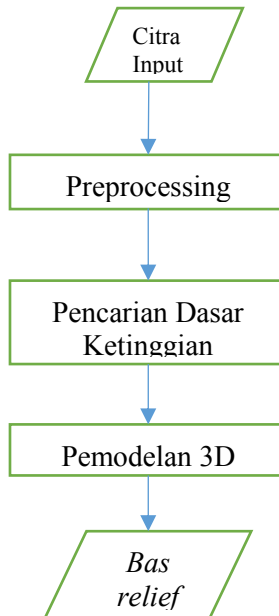
Agar *bas relief* menjadi timbul dan dapat diraba maka output aplikasi implementasi pemodelan *bas relief* ini harus berupa objek tiga dimensi agar dapat dicetak dan dapat diraba. Karena Matlab tidak mendukung pemodelan tiga dimensi maka model tiga dimensi dibuat dengan cara membuat file berekstensi .obj dan mengisinya dengan data *geometric vertex* dan *faces*.

### 3.2 Tahap Perancangan

Tahap perancangan dilakukan untuk merancang proses secara keseluruhan berdasarkan fungsionalitas dan kebutuhan dari aplikasi pemodelan *bas relief*.

#### 3.2.1 Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan untuk menggambarkan proses secara keseluruhan dari aplikasi implementasi pemodelan *bas relief*. Sistem pemodelan basrelief dalam tugas akhir ini memiliki 2 proses utama yaitu pencarian dasar ketinggian dan pembuatan model 3D. Sebelum memasuki 2 proses tersebut dilakukan *preprocessing* terlebih dahulu. Diagram alir dari sistem ditunjukkan pada **Gambar 3.1**.



**Gambar 3.1** Diagram Alir Dari Sistem Aplikasi Pemodelan *Bas relief*

Tahap *preprocessing* dilakukan terlebih dahulu sebelum memasuki proses utama aplikasi. Tahap ini dilakukan untuk mengubah citra input menjadi citra yang siap diproses. Perubahan yang dilakukan meliputi 3 bagian yaitu *me-resize* citra, mengkonversi citra menjadi citra keabuan dan mengkonversi citra menjadi bertipe double.

Pencarian dasar ketinggian adalah proses untuk mendapatkan dasar ketinggian dan detail objek. Dalam proses pencarian dasar ketinggian dilakukan perhitungan *gradient magnitude* dan Penggabungan citra dengan *alpha blending*.

Pemodelan 3D adalah proses untuk membentuk model tiga dimensi dari data output pencarian dasar ketinggian dan menyimpannya kedalam file berekstensi obj. Pada tahap ini data output dari pencarian dasar ketinggian diambil dan diskala untuk menentukan besarnya ketinggian setiap titik koordinat. Setelah itu dibentuk *triangle mesh* dari titik titik koordinat yang didapatkan. Hasil akhirnya disimpan kedalam file berekstensi obj.

### 3.2.2 Perancangan Data

Perancangan data dilakukan untuk memastikan bahwa input dan output dari aplikasi sesuai dengan kebutuhan. Data masukan (*input*) adalah data yang diperlukan dalam pengoperasian aplikasi dan data keluaran (*output*) adalah data yang akan digunakan oleh pengguna.

Data masukan adalah data yang diproses oleh aplikasi pemodelan *bas relief*. Data yang digunakan sebagai masukan adalah citra dua dimensi berekstensi png. Data masukan berupa citra dua dimensi yang memiliki satu objek utama didalamnya contohnya citra sepeda motor, mobil, wajah, atau objek lainnya. Contoh citra yang digunakan sebagai data masukan ditunjukkan pada **Gambar 3.2**. Data keluaran aplikasi pemodelan *bas relief* merupakan model tiga dimensi *bas relief* dari citra input.

### 3.2.3 Perancangan Proses

Perancangan proses dilakukan untuk memberikan gambaran mengenai setiap proses yang terdapat pada aplikasi ini. Bagan dari setiap proses utama aplikasi dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.





**Gambar 3.2 Contoh Citra Input**

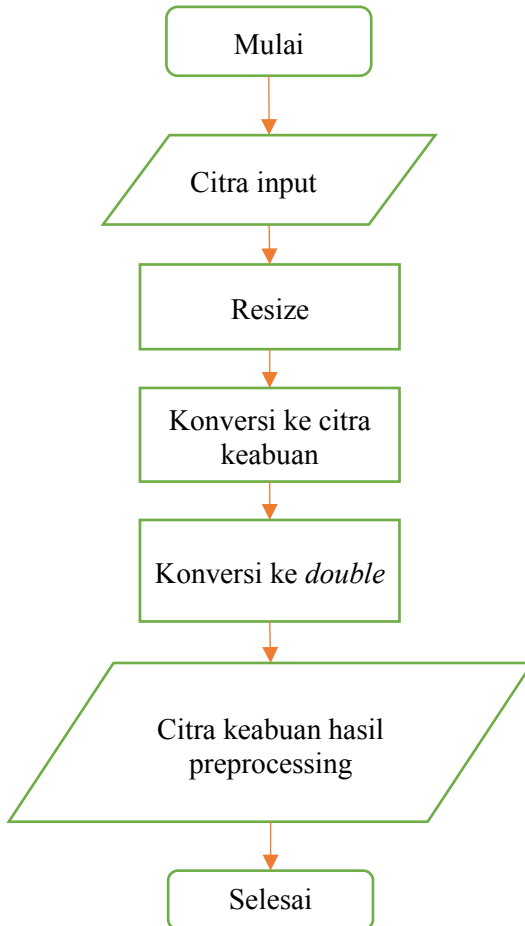
### **3.2.3.1 Preprocessing**

Agar aplikasi dapat berjalan optimal, diperlukan persiapan data terlebih dahulu pada tahap *preprocessing*. Pada tugas akhir kali ini, tahap *preprocessing* yang dilakukan adalah *resize*, konversi ke citra keabuan dan konversi tipe data ke *double*. Diagram alir dari proses ditunjukkan pada **Gambar 3.3**. Sedangkan contoh citra input dan citra output dari proses *preprocessing* terdapat pada **Gambar 3.4**.

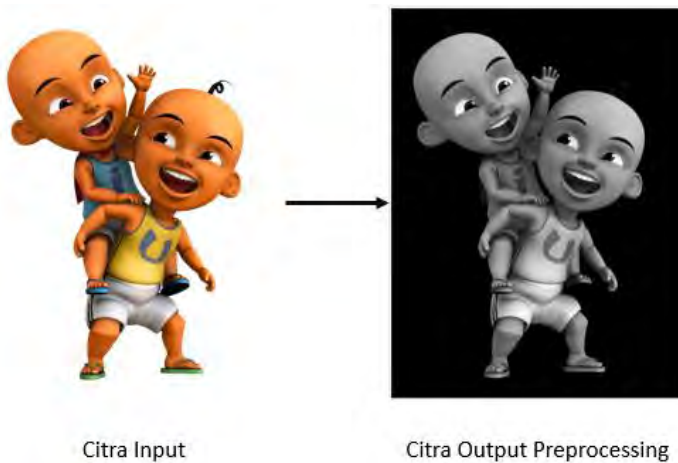
*Resize* dilakukan untuk mengubah ukuran citra input kedalam range 1500 x 1500 pixel. Pada citra input dilakukan perhitungan dimensi terlebih dahulu. Setelah itu panjang dan lebar dibandingkan untuk mencari nilai terbesar. jika nilai terbesarnya melebihi 1500, maka nilai terbesarnya akan dibagi 1500. Hasil pembagiannya menjadi koefisien untuk menskala ulang panjang dan lebar citra input.

Konversi ke citra keabuan dilakukan agar citra input dapat dicari *image gradient*-nya, subproses ini dilakukan dengan rumus seperti pada persamaan (2.9). Sedangkan konversi ke *double* dilakukan untuk mengubah tipe data citra input dari *uint8* ke

double. Perubahan tipe data dilakukan untuk memberi nilai yang lebih akurat dalam perhitungan di tahap selanjutnya.



**Gambar 3.3 Diagram Alir *Preprocessing***



**Gambar 3.4 Contoh citra input dan citra ouput dari proses Preprocessing**

### 3.2.3.2 Proses Pencarian dasar ketinggian

Dalam proses pencarian dasar ketinggian terdapat 3 kelompok subproses untuk mendapatkan dasar ketinggian dari citra yaitu mencari gradien terhadap sumbu  $x$  dan  $y$ , mencari *gradient magnitude* dari citra hasil perhitungan gradien terhadap sumbu  $x$  dan  $y$  serta menggabungkan citra hasil perhitungan gradien terhadap sumbu  $x$  dan  $y$  dengan *alpha blending* [3]. Citra hasil penggabungan dan citra gradient magnitude tersebut menyimpan informasi dasar ketinggian dan juga detail objek yang diperlukan untuk proses pemodelan tiga dimensi [3]. Diagram alir dari proses ditunjukkan pada **Gambar 3.6**. Sedangkan contoh citra input dan citra output dari proses pencarian dasar ketinggian terdapat pada **Gambar 3.5**.

#### a. *Gradient Terhadap sumbu $x$ dan $y$*

Subproses ini adalah dasar untuk perhitungan dua pada subproses lainnya. Perhitungan ini dilakukan untuk mencari gradien terhadap sumbu  $x$  ( $G_x$ ) dan gradien

terhadap sumbu  $y$  ( $G_y$ ). Rumus untuk mencari  $G_x$  dapat dilihat pada persamaan (2.1) dan rumus untuk mencari  $G_y$  dapat dilihat pada persamaan (2.2). Dalam tugas akhir ini menggunakan operator sobel.

Setelah  $G_x$  dan  $G_y$  ditemukan maka dilakukan penajaman citra agar detail dari objek dalam citra lebih jelas terlihat. Penajaman citra dilakukan menggunakan unsharp masking yaitu metode penajaman citra dengan menambahkan citra asli dengan citra hasil pengurangan citra asli dengan citra negatif atau blur [10]. Untuk mendapatkan citra negatif atau blur, citra asli difilter menggunakan *gaussian smoothing filter*. Perhitungan citra negatif atau blur dapat dilihat pada persamaan (2.10).

#### **b. Gradient Magnitude**

*Gradient magnitude* diperlukan untuk membedakan *background* dengan *foreground* juga untuk menentukan tepian objek. Perhitungan dilakukan dengan mengkombinasikan  $G_x$  dan  $G_y$ . Rumus untuk mencari *gradient Magnitude* dapat dilihat dalam persamaan (2.3).

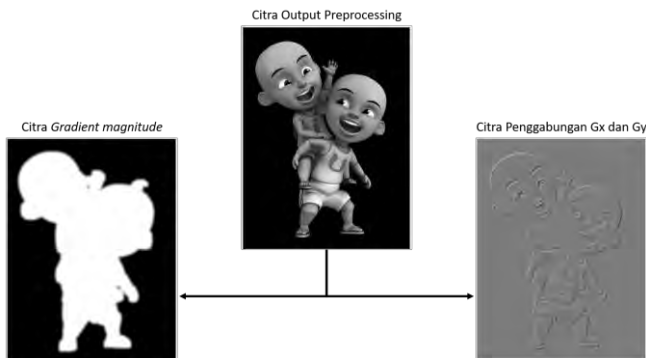
Setelah itu dapat dilakukan *thresholding* dan penghalusan terhadap gradient magnitude menggunakan gaussian smoothing dengan standar deviasi 2 untuk mengatur tepian objek menjadi landai. Penentuan nilai standar deviasi didasarkan pada kelandaian tepi, jika standar deviasi lebih dari 2 tepian objek akan terkikis dan jika standar deviasi kurang dari 2 maka tepian objek menjadi tidak landai oleh karena itu nilai standar deviasi yang digunakan adalah 2. Perhitungan gaussian smoothing dilakukan menggunakan persamaan (2.10).

#### **c. Penggabungan Citra**

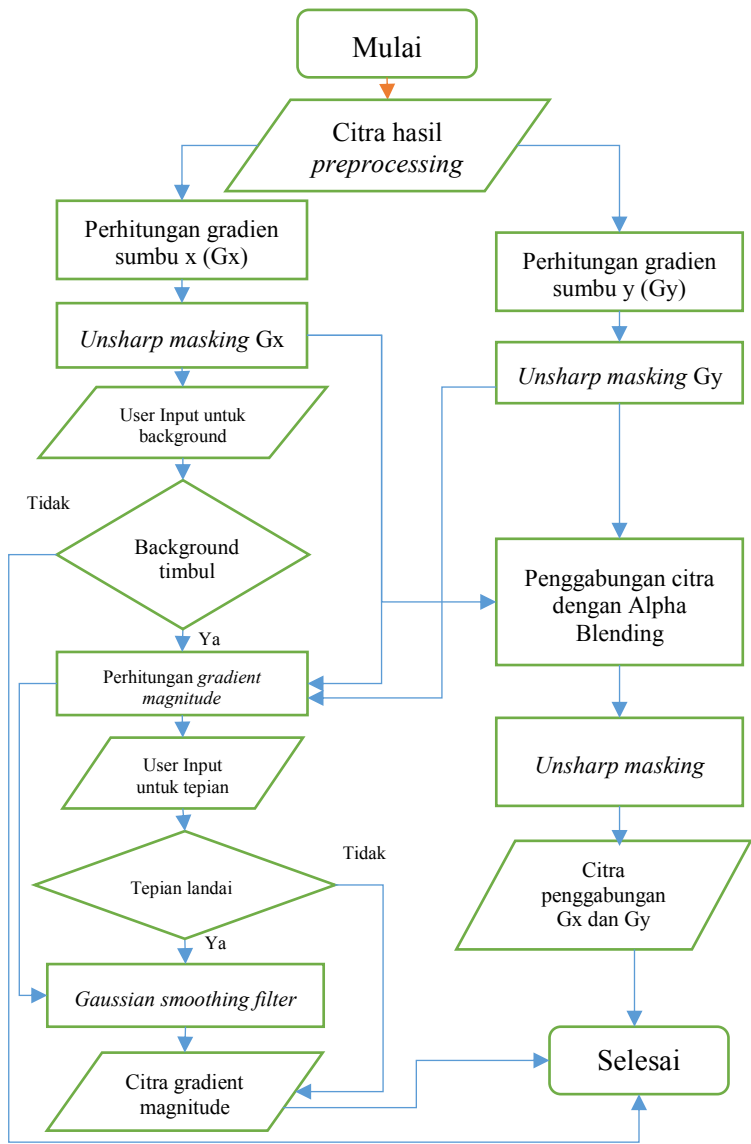
Dalam sub proses ini citra  $G_x$  dan  $G_y$  digabung menggunakan algoritma Alpha blending. Algoritma ini menggabungkan citra dengan cara membuat salah satu citra

menjadi *foreground* dan yang lain menjadi *background* dengan tingkat transparansi masing- masing citra sebesar  $\alpha$  [9]. Rumus untuk mendapatkan citra gabungan menggunakan Alpha blending dapat dilihat dalam persamaan (2.8). Dalam tugas akhir ini nilai alpha dari citra  $G_x$  maupun citra  $G_y$  yang digunakan adalah 0.5. Hal tersebut dilakukan untuk menjaga keseimbangan detail dari  $G_x$  dan  $G_y$  sehingga tidak ada yang lebih dominan.

Selanjutnya dilakukan penajaman citra kembali agar detail dari objek dalam citra tetap terlihat dengan jelas setelah mengalami transparansi senilai  $\alpha$ . Penajaman citra dilakukan menggunakan unsharp masking yaitu metode penajaman citra dengan menambahkan citra asli dengan citra hasil pengurangan citra asli dengan citra negatif atau blur [10]. Untuk mendapatkan citra negatif atau blur, citra asli difilter menggunakan gaussian smoothing filter. Perhitungan citra negatif atau blur dapat dilihat pada persamaan (2.10) . karena nilai standar deviasi dari filter gaussian smoothing menentukan tingkat ketajaman citra yang berpengaruh kepada banyaknya detail dari bas relief yang dibentuk maka akan dilakukan uji coba penentuan nilai sigma dengan 1, 2, 3, 4 dan 5 adalah nilai standar deviasi yang akan diuji cobakan.



**Gambar 3.5 Contoh citra input dan citra output pada proses pencarian *Dasar Ketinggian***



Gambar 3.6 Diagram Alir Proses Pencarian *Dasar Ketinggian*

### 3.2.3.3 Pemodelan 3D

Pada proses ini terdapat 2 subproses yaitu membuat vertex dan membuat faces. Vertex dan faces langsung dibuat dan disimpan kedalam file 3D. Diagram alir dari proses ditunjukkan pada **Gambar 3.8**. Sedangkan contoh citra input dan citra output dari proses pemodelan 3D terdapat pada **Gambar 3.7**.

*Triangle mesh* dibuat dengan ukuran sama seperti citra hasil *preprocessing*, *vertex* yang diinputkan mempunyai jumlah yang sama dengan jumlah pixel yang ada dalam citra hasil proses *pencarian* dasar ketinggian yaitu citra gradient magnitude dan citra hasil penggabungan  $G_x$  dan  $G_y$  menggunakan alpha blending, karena setiap pixel pada citra tersebut akan mewakili satu vertex. Koordinat sumbu  $x$  dan  $y$  dari sebuah pixel pada citra hasil proses *pencarian* dasar ketinggian akan digunakan sebagai koordinat sumbu  $x$  dan  $y$  sebuah *vertex*. Sedangkan nilai warna sebuah pixel dalam citra hasil proses *pencarian* dasar ketinggian mengandung informasi ketinggian yang nantinya akan diolah kembali menjadi koordinat sumbu  $z$  pada *vertex*.

Kode *pseudo* pada **Kode Sumber 3.1** menjelaskan algoritma pembentukan *vertex*. Pertama dilakukan *pencarian* median dari nilai warna pada citra penggabungan  $G_x$  dan  $G_y$ . Kedua dilakukan *pencarian* nilai warna minimum pada citra penggabungan  $G_x$  dan  $G_y$ . Ketiga dilakukan perulangan bersarang sejumlah pixel untuk mencari dan menginputkan koordinat *vertex* kedalam file tiga dimensi berekstensi obj.

Secara garis besar perhitungan ketinggian yang merupakan koordinat sumbu  $z$  dari *vertex* dibedakan menjadi dua yaitu perhitungan ketinggian *background* dan ketinggian *foreground*. *Foreground* dan *background* dibedakan melalui nilai warna dalam citra gradient magnitude. Jika sebuah pixel dalam gradient magnitude berposisi  $(x,y)$  memiliki nilai warna kurang dari 0,99 maka pixel tersebut merupakan pixel *background* dan akan dihitung nilai ketinggiannya menggunakan rumus perhitungan ketinggian *background* seperti dalam persamaan (2.4). Sedangkan

pixel yang memiliki nilai warna lebih dari 0,99 merupakan pixel foreground.

Perhitungan ketinggian foreground tidak hanya didasarkan pada nilai warna gradient magnitude tetapi juga berdasarkan nilai warna pada citra hasil penggabungan  $G_x$  dan  $G_y$  menggunakan alpha blending. Pada dasarnya nilai warna citra gradient magnitude dalam pencarian ketinggian *foreground* hanya digunakan untuk mengetahui koordinat sumbu  $x$  dan  $y$  dari pixel *foreground* pada citra hasil penggabungan  $G_x$  dan  $G_y$ , sedangkan nilai warna pada pixel foreground dari citra hasil penggabungan  $G_x$  dan  $G_y$  digunakan untuk mencari ketinggian atau dengan kata lain sumbu  $z$  dari *vertex*.

Perhitungan ketinggian foreground dibedakan menjadi 2 berdasarkan nilai warna pada pixel citra hasil penggabungan  $G_x$  dan  $G_y$ . Pixel yang nilai warnanya lebih dari median nilai warna pada citra hasil penggabungan  $G_x$  dan  $G_y$  akan di hitung menggunakan rumus yang mempunyai fungsi inverse. Jika  $a$  adalah selisih dari nilai warna dan median maka dengan fungsi inverse nilai warna sebesar  $(a + \text{median})$  bisa menjadi  $(\text{median} - a)$ . Rumus yang mempunyai fungsi inverse bisa dilihat pada persamaan (2.6). tujuannya adalah untuk men-*engrave* nilai  $z$  *vertex* yang seharusnya tidak timbul. Karena pixel yang memiliki nilai warna yang lebih dari median merupakan pixel garis tepi objek yang seharusnya tidak timbul. Sedangkan pixel yang memiliki nilai warna kurang dari median nilai warna pada citra hasil penggabungan  $G_x$  dan  $G_y$  dihitung menggunakan rumus yang tidak mempunyai fungsi inverse seperti pada persamaan (2.5).

Ketinggian *background* didapat dari citra gradient magnitude dibagi dengan 255 yang merupakan range nilai warna, lalu dikali dengan nilai tengah dari warna yang terdapat dalam citra hasil penggabungan dengan alpha blending, kemudian di kali dengan parameter skala. Rumus untuk menghitung ketinggian *background* dapat dilihat pada persamaan (2.4).

Sedangkan ketinggian *foreground* atau objek dalam citra input didapat dari citra hasil penggabungan menggunakan *alpha*



*blending* dibagi dengan 255 yang merupakan range nilai warna, kemudian dikali dengan parameter skala. Rumus untuk menghitung ketinggian *foreground* dapat dilihat pada persamaan (2.5).

Selain itu garis tepi objek yang timbul akan di *engrave* dengan perhitungan seperti pada persamaan (2.6). Langkah selanjutnya adalah menginputkan koordinat vertex sesuai dengan ketinggian yang telah dihitung.

```

1  med = median(fuse);
2  minim = min(fuse);
3  [rows columns] = size(fuse);
4  for a=1:rows
5      for b=1:columns
6          if Amg(a,b)< 0.99
7              t = Amg(a,b);
8              f=t*med/255*scl;
9          elseif Am(a,b)> med
10             t =med-(Am(a,b)-med);
11             f=t/255*scl;
12         Else
13             t = Am(a,b);
14             f=t/255*scl;
15     print(fid,'v %f %f %f\r\n',a,b,f);

```

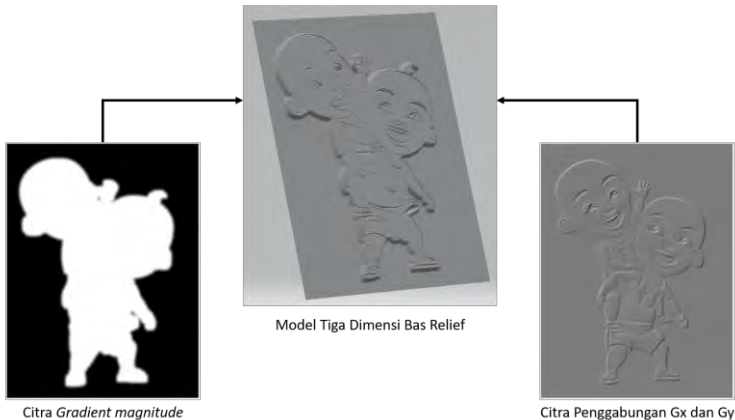
**Kode Sumber 3.1 Pseudocode Pemodelan Tiga Dimensi**

Setelah titik koordinat tiga dimensi dimasukkan satu persatu kedalam file obj sebagai *vertex*, kemudian *faces* dibentuk dari 3 *vertex* dan diinputkan satu persatu. *Face* terdiri dari nomer urut *vertex* yang akan membentuk sebuah bidang datar. Karna pada tugas akhir ini menggunakan *triangle mesh* maka *face* yang dibuat berbentuk segitiga. Segitiga atau *face* ini saling terhubung karena setiap 2 atau 3 *face* memiliki 2 *vertex* yang sama sehingga membentuk sebuah permukaan. Contoh bentuk hubungan *triangle mesh* dapat dilihat pada **Gambar 3.9**.

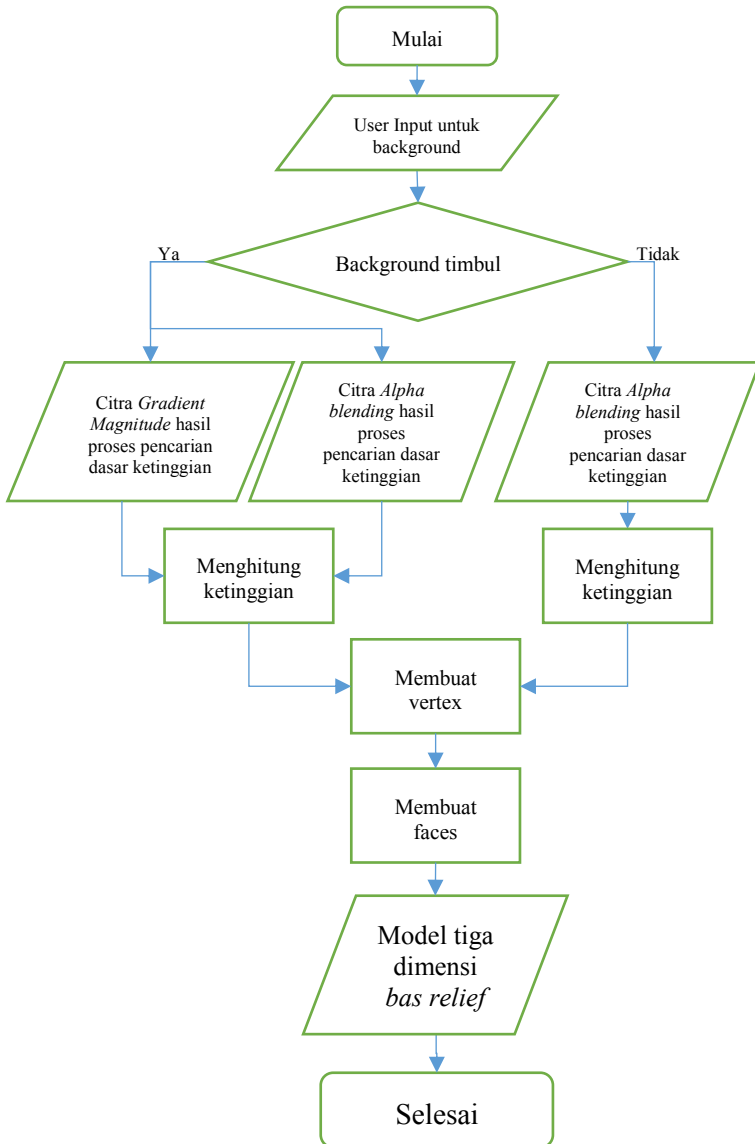
Terdapat 4 segitiga yang akan dibentuk dalam *triangle mesh*. Karena sudut yang menghubungkan sisi segitiga merupakan *vertex* maka posisi sudut siku-siku setiap segitiga dapat klasifikasikan

menurut *vertex* sudut siku sikunya. Berikut adalah gambaran dari jenis segitiga yang dibuat dan posisi *vertex* yang dimilikinya.

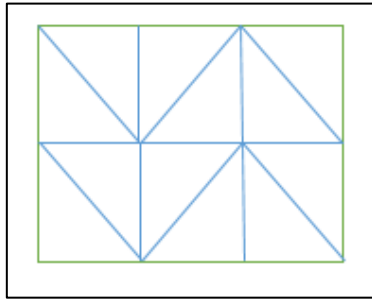
Segitiga dengan sudut siku siku atas-kiri seperti segitiga b pada **Gambar 3.10** selalu terletak pada *vertex* dengan koordinat sumbu  $x$  genap dan sumbu  $y$  ganjil. Dengan posisi sudut lain terhadap sudut siku adalah  $(x+1, y)$  dan  $(x, y-1)$ . Segitiga dengan sudut siku siku bawah-kiri seperti segitiga d pada **Gambar 3.10** selalu terletak pada *vertex* dengan koordinat sumbu  $x$  ganjil dan sumbu  $y$  genap. Dengan posisi sudut lain terhadap sudut siku adalah  $(x+1, y)$  dan  $(x, y+1)$ . Segitiga dengan sudut siku siku atas-kanan seperti segitiga c pada **Gambar 3.10** selalu terletak pada *vertex* dengan koordinat sumbu  $x$  genap dan sumbu  $y$  ganjil. Dengan posisi sudut lain terhadap sudut siku adalah  $(x+1, y)$  dan  $(x, y+1)$ . Segitiga dengan sudut siku siku bawah-kanan seperti segitiga a pada **Gambar 3.10** selalu terletak pada *vertex* dengan koordinat sumbu  $x$  ganjil dan sumbu  $y$  genap. Dengan posisi sudut lain terhadap sudut siku adalah  $(x-1, y)$  dan  $(x, y+1)$ . Contoh faces yang terbentuk pada model 3d *bas relief* dapat dilihat pada **Gambar 3.11**.



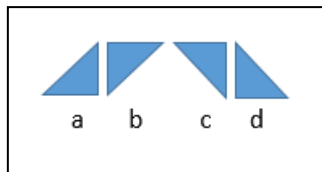
**Gambar 3.7** Contoh citra input dan output model tiga dimensi dari proses pemodelan tiga dimensi



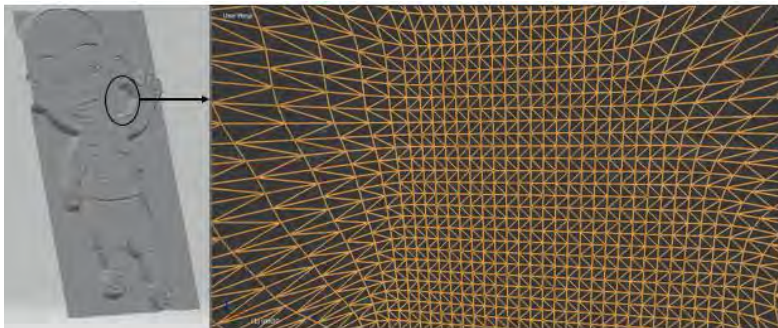
**Gambar 3.8 Diagram Alur Proses Pemodelan 3D**



**Gambar 3.9** Contoh *Triangle mesh* yang dibentuk berukuran 4x3 pixel



**Gambar 3.10** Jenis-jenis segitiga yang dibentuk pada *triangle mesh*



**Gambar 3.11** Contoh faces yang terdapat dalam hasil model 3d *bas relief*

## **BAB IV IMPLEMENTASI**

Pada bab ini diuraikan mengenai implementasi perangkat lunak dari rancangan metode yang telah dibahas pada Bab III meliputi kode program dalam perangkat lunak. Selain itu, implementasi dari tiap proses, parameter masukan, keluaran, dan beberapa keterangan yang berhubungan dengan program juga dijelaskan.

### **4.1 Lingkungan Implementasi**

Objek citra yang akan diolah pada implementasi tugas akhir ini adalah sebuah citra dua dimensi. Dalam implementasi pemodelan *bas relief* ini, digunakan perangkat-perangkat sebagai berikut:

#### **4.1.1 Perangkat Keras**

Lingkungan implementasi pada tugas akhir ini adalah sebuah *microcomputer* berjenis *laptop*. Perangkat *laptop* yang digunakan adalah tipe .

Spesifikasi dari laptop yang digunakan pada tugas akhir ini memiliki prosesor AMD A-10-9600P dengan kecepatan 2,4 GHz dan *Random Access Memory* (RAM) untuk proses menjalankan program sebesar 4,00 GB.

#### **4.1.2 Perangkat Lunak**

Lingkungan implementasi pada tugas akhir ini menggunakan *software* MATLAB R2016b. Penggunaan MATLAB didukung dengan *toolbox* utama yaitu *image processing toolbox*. Selain itu, pada tugas akhir ini dalam menampilkan model tiga dimensi didukung dengan *software* Blender, Paint 3D, Meshmixer dan 3D Builder.

### **4.2 Implementasi Tahap *Preprocessing***

Tahap *preprocessing* pada tugas akhir ini terdiri dari tiga tahap. Pertama adalah mengubah ukuran citra kemudian mengubah

citra menjadi grayscale dan mengubah citra menjadi bertipe double. Penjelasan dari masing-masing tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

#### 4.2.1 Implementasi *Resizing*

Tahap ini mengubah ukuran dari citra awal yang rata rata ukurannya adalah 1000x1800 menjadi 500x900. Untuk merubah ukuran citra digunakan fungsi `imresize()`. Implementasi *resizing* citra ditunjukkan pada **Kode Sumber 4.1**. Pada baris 1 dilakukan pembacaan citra dari direktori file. Pada baris 2,3 dan 4 dilakukan perhitungan variabel *m* yaitu *skala* untuk melakukan *resizing* jika nilai variabel *row* lebih dari variabel *col* dan lebih dari 1000. Pada baris 4 dan 5 dilakukan penetapan nilai *m* menjadi 1 jika nilai variabel *row* lebih dari variabel *col* tetapi tidak lebih besar dari 1000. Pada baris 7,8 dan 9 dilakukan perhitungan variabel *m* jika nilai variabel *col* lebih dari atau sama dengan variabel *row* dan lebih dari 1000. Pada baris ke 10 dan 11 dilakukan penetapan nilai *m* menjadi 1 jika nilai variabel *col* lebih dari atau sama dengan variabel *row* tetapi tidak lebih dari 1000. Pada baris ke 12 dilakukan *resizing* dengan skala sebesar *m*.

1	<code>I = imread('mobil.png');</code>
2	<code>if row &gt; col</code>
3	<code>    if row &gt; 1000</code>
4	<code>        m = 1000/row;</code>
5	<code>    else</code>
6	<code>        m = 1;</code>
7	<code>else</code>
8	<code>    if col &gt; 1000</code>
9	<code>        m = 1000/row;</code>
10	<code>    Else</code>
11	<code>        m = 1;</code>
12	<code>resizeI = imresize(I,m);</code>

**Kode Sumber 4.1 Implementasi *Resizing***

#### 4.2.2 Implementasi konversi ke Citra Keabuan

Tahap ini mengubah citra dari *RGB image* menjadi *grayscale image*. konversi dilakukan menggunakan fungsi `rgb2`

gray() Implementasi konversi citra ditunjukkan pada **Kode Sumber 4.2**. Pada baris 1 dilakukan konversi menjadi grayscale.

1	<code>grayscl = rgb2gray(resizeI);</code>
---	---

**Kode Sumber 4.2 Implementasi Konversi ke Citra Keabuan**

#### 4.2.3 Implementasi Konversi ke *Double*

Tahap ini mengubah tipe data citra dari uint8 menjadi double. Konversi tipe data menggunakan fungsi `im2double()`. Implementasi konversi citra ditunjukkan pada **Kode Sumber 4.3**. Pada baris 1 dilakukan konversi tipe data menjadi double.

1	<code>prepI = im2double(grayscl);</code>
---	--

**Kode Sumber 4.3 Implementasi Konversi ke *Double***

### 4.3 Implementasi Proses Pencarian Dasar Ketinggian

Tahap ekstraksi fitur pada tugas akhir ini terdiri dari dua tahap. Pertama adalah pencarian *image gradient*, kemudian penggabungan citra.

Penjelasan dari masing-masing tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

#### 4.3.1 Implementasi *Image gradient*

*Image gradient* digunakan untuk mendapatkan detail dari citra input berupa garis tepi dan lekukan pada objek. Gradien terhadap sumbu  $x$  dan  $y$  dicari menggunakan fungsi `imgradientxy()` sedangkan *gradient magnitude* dicari menggunakan fungsi `imgradient(Gx,Gy)`. Implementasi pembentukan *image gradient* ditunjukkan pada **Kode Sumber 4.4**. Pada baris 1-2 menginputkan nilai matrix kernel sebuah filter. Pada baris 3-4 membuat matrix kernel untuk sumbu  $x$  dan  $y$ . Pada baris 5 dan 6 dilakukan perhitungan gradien terhadap sumbu  $x$  dan sumbu  $y$ . Pada baris 7-8 melakukan filter unsharp masking. Pada baris ke 9 dilakukan perhitungan *gradient magnitude* dan pada baris ke 10 dilakukan threshold terhadap Gradien magnitude agar memunculkan nilai 1 pada semua pixel objek. Pada baris ke 11 dan 12 dilakukan filter smoothing untuk mengaburkan batas objek dengan *background*.

1	<code>h = [1;2;1];</code>
2	<code>v = [1 0 -1];</code>
3	<code>krnl_x = h*v;</code>
4	<code>krnl_y = krnl_x.';</code>
5	<code>Gx = conv2(prepl,krnl_x);</code>
6	<code>Gy = conv2(prepl,krnl_y);</code>
7	<code>G_x = Gx+(Gx-imgaussfilt(Gx))*0.1;</code>
8	<code>G_y = Gy+(Gy-imgaussfilt(Gy))*0.1;</code>
9	<code>[Gmag, Gdir] = imgradient(G_x,G_y);</code>
10	<code>Gmag_thd = Gmag &gt; 0;</code>
11	<code>sigma = 2;</code>
12	<code>Amg = mgaussfilt(double(Gmag_thd),sigma);</code>

**Kode Sumber 4.4 Implementasi *Image gradient***

### 4.3.2 Implementasi Penggabungan citra

Penggabungan citra dilakukan untuk mendapatkan estimasi ketinggian. Implementasi penggabungan *image gradient* ditunjukkan pada **Kode Sumber 4.5**. pada baris 1 dilakukan penggabungan citra *Gx* dan *Gy*. Pada baris 2 dilakukan filter unsharp masking untuk mempertajam citra.

1	<code>fuse = imfuse(G_y,G_x,'blend','scaling','joint') ;</code>
2	<code>Am = double(fuse-(fuse- imgaussfilt(fuse,sigma)));</code>

**Kode Sumber 4.5 Implementasi Penggabungan Citra**

## 4.4 Implementasi Proses Pemodelan 3D

Tahap pemodelan 3d pada tugas akhir ini terdiri dari dua tahap. Pertama adalah membuat file 3d, kemudian membuat *triangle mesh* dalam file 3d.

Penjelasan dari masing-masing tahapan tersebut adalah sebagai berikut:



1	med = double(median(fuse(:)));
2	minim = double(min(fuse(:)));
3	[rows columns] = size(fuse);
4	for a=1:rows
5	for b=1:columns
6	if double(Amg(a,b))< 0.99
7	t = Amg(a,b);
8	f=t*med/255*scl;
9	elseif Am(a,b)> med
10	t =med-(Am(a,b)-mad);
11	f=t/255*scl;
12	Else
13	t = Am(a,b);
14	f=t/255*scl;
	fprintf(fid,'v %f %f
15	%f\r\n',a,b,f);
16	fprintf(fid,'s 1\r\n');
17	x = rows*columns;
18	for d= 1:x
19	if (d/columns <= rows-1)
	if mod((d+columns),2) ~= 0 &&
20	mod(d,columns) ~= 0
	fprintf(fid,'f %d %d
21	%d\r\n',d,d+1,columns+d);
	if mod((d+columns),2) ~= 0 &&
22	mod(d+columns,columns)~=1
	fprintf(fid,'f %d %d %d\r\n',d,d-
23	1,columns+d);
	if (mod(d+columns,2) == 0) &&
24	(mod(d,columns) ~= 1)
	fprintf(fid,'f %d %d
25	%d\r\n',d,columns+d,columns+d-1);
	if (mod(d+columns,2) == 0) &&
26	mod(d,columns) ~=0
	fprintf(fid,'f %d %d
27	%d\r\n',d,columns+d,columns+d+1);
28	system ( 'notepad results.obj' );

**Kode Sumber 4.6 Implementasi Pembuatan *Triangle mesh***

#### 4.4.1 Implementasi Pembuatan File 3D

Pembuatan file 3d dilakukan sebagai langkah awal untuk membuat *triangle mesh* dan menyimpannya, karena *triangle mesh* akan langsung dibuat didalam file 3d. menggunakan fungsi fopen() dari matlab.

Implementasi pembentukan *image gradient* ditunjukkan pada **Kode Sumber 4.7.** pada baris 1 membuat variable penskala, pada baris 2-3 membuka sekaligus membuat file result.obj dengan *write permission*.

1	scl = 20;
2	fid = fopen('result.obj','w');
3	fid = fclose(fid);

**Kode Sumber 4.7 Implementasi Pembuatan File tiga dimensi**

#### 4.4.2 Implementasi Pembuatan *Triangle mesh*

Pembuatan *triangle mesh* dilakukan untuk membentuk model *bas relief* ke dalam objek tiga dimensi. Implementasi pembentukan *image gradient* ditunjukkan pada **Kode Sumber 4.7.** pada baris 1 dilakukan pembentukan variable *rows* dan *columns* sebagai dimensi dari *bas relief* yang akan dibuat. Pada baris 1 dan 2 dilakukan penghitungan nilai tengah dan nilai minimum dari citra hasil penggabungan. Pada baris 6 hingga 8 dilakukan perataan untuk pixel *background*. Pada baris 9 hingga 11 men-engrave pixel yang timbul melebihi median. Pada baris ke 12 sampai 14 dilakukan perhitungan ketinggian *foreground* yang kurang dari median. Pada baris ke 15 *vertex* diinputkan kedalam file obj. Pada baris 17 dilakukan perhitungan jumlah *vertex*. Pada baris 20-21 membentuk *face* segitiga siku-siku kiri atas. Pada baris 22-23 membentuk *face* segitiga siku-siku kanan atas. Pada baris 24-25 membentuk *face* segitiga siku-siku kanan bawah. Pada baris 26-27 membentuk *face* segitiga siku-siku kiri bawah. Pada baris 28 menampilkan file yang dihasilkan.

## BAB V

### UJI COBA DAN EVALUASI

Dalam bab ini dibahas mengenai hasil uji coba sistem yang telah dirancang dan dibuat. Uji coba dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem dengan lingkungan uji coba yang telah ditentukan.

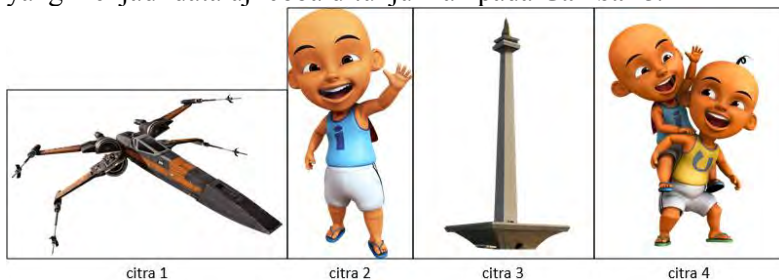
#### 5.1 Lingkungan Uji Coba

Lingkungan uji coba pada tugas akhir ini adalah sebuah *microcomputer* berjenis *laptop*. Spesifikasi *laptop* dari sisi perangkat keras adalah memiliki prosesor AMD A-10-9600P dengan kecepatan 2,4 GHz dan memori untuk proses sebesar 4,00 GB. PC yang digunakan memiliki sistem operasi Windows 10.

Pada sisi perangkat lunak, uji coba pada tugas akhir ini dilakukan dengan menggunakan *software* MATLAB R2014a. Penggunaan MATLAB didukung dengan *toolbox* utama yaitu *image processing toolbox*. Dokumentasi hasil uji coba dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Paint*.

#### 5.2 Data Uji Coba

Data uji coba yang digunakan sebagai masukan adalah citra dua dimensi berekstensi *png*. Citra dua dimensi berekstensi *png* yang menjadi data uji coba ditunjukkan pada **Gambar 5.1**



**Gambar 5.1 Citra Dua Dimensi png Yang Menjadi Data Uji Coba**

### 5.3 Skenario Uji Coba

Aplikasi yang dibuat dalam Tugas Akhir ini dapat membuat *bas relief* dengan berbagai macam tipe, selain itu banyak detail yang ingin ditampilkan juga ketinggian dari bas relief dapat di atur sesuai keinginan. Itulah kelebihan dari *intuitive style* control. Untuk mengetahui bas relief yang terbaik secara umum dilakukan Uji coba kepada *bas relief* yang dibentuk. Skenario pengujian terdiri dari lima macam yaitu:

1. Uji coba penentuan *background*.
2. Uji coba penentuan pinggiran.
3. Uji coba penentuan nilai skala.
4. Uji coba penentuan nilai sigma pada filter gaussian.

Setelah itu hasil uji coba akan dievaluasi dengan melakukan survey. Survey dilakukan untuk menentukan nilai parameter yang terbaik dari parameter yang diuji cobakan dan melihat tingkat keberhasilan pengaplikasiannya pada penyandang tunanetra. Survey dilakukan dua kali. Survey dilakukan pada manusia normal sebanyak 87 responden. 87 responden dipilih secara acak dari berbagai usia, jenjang pendidikan serta disiplin ilmu yang berbeda.

### 5.4 Uji Coba Penentuan *Background*

Uji coba penentuan *background* dilakukan untuk melihat perbedaan pengimplementasian bas relief menggunakan *intuitive style* dengan atau tanpa mengaplikasikan *gradient magnitude*. Uji coba dilakukan dengan menggunakan citra 1, citra 2 dan citra 3. Dimana setiap citra akan menghasilkan dua *bas relief*. Hasil dari uji coba menunjukkan bahwa tanpa menggunakan *gradient magnitude* bas relief memiliki *background* yang sejajar dengan *foreground* sedangkan dengan mengaplikasikan *gradient magnitude* didapatkan bas relief yang memiliki *background* lebih rendah dari *foreground*-nya. Contoh *bas relief* yang memiliki *background* sejajar dengan *foreground* dan contoh *bas relief* yang memiliki *background* lebih rendah dari *foreground* dari citra 1 dapat dilihat dalam **Gambar 5.2**. sedangkan untuk citra 2 dapat

dilihat pada **Gambar 5.3** dan citra 3 dapat dilihat pada **Gambar 5.4**. Hasil dari uji coba ini membuktikan keberhasilan mengimplementasikan gradient magnitude untuk merendahkan background. dapat dilihat pada **Tabel 5.1**.

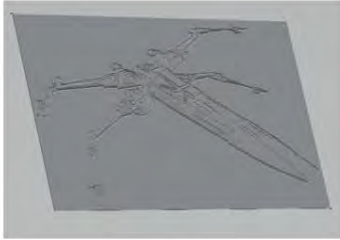
**Tabel 5.1 Hasil Uji Coba Penentuan *Background***

	Jumlah Pemilih	
	Bg Seजार	Bg Lebih Rendah
<i>Bas Relief 1</i>	18	69
<i>Bas Relief 2</i>	12	75
<i>Bas Relief 3</i>	17	70
<b>Total</b>	47	214
<b>Persentase</b>	18,01%	81,99%

Kemudian dilakukan survey untuk menentukan background yang terbaik. Survey dilakukan kepada 87 responden untuk mengevaluasi hasil uji coba. Responden dipersilahkan untuk memilih tiga terbaik dari enam *bas relief* yang disajikan secara berpasangan sesuai citra masukan untuk menentukan tipe background terbaik.

Hasil survey penentuan *background* yang dapat dilihat pada **Tabel 5.1** menunjukkan bahwa *bas relief* dengan *background* lebih rendah dari *foreground* lebih Banyak dipilih oleh responden dibanding dengan *bas relief* yang memiliki *background* sejajar dengan *foreground*. Dengan dipilih sebanyak 214 kali dari 261 kali pemilihan atau setara dengan 81,99%. Dalam model pertama 69 responden memilih *bas relief* dengan *background* lebih rendah dari *foreground* dan 18 sisanya memilih *bas relief* yang memiliki *background* sejajar dengan *foreground*, dalam model kedua 75 responden memilih *bas relief* dengan *background* lebih rendah dari *foreground* sedangkan 12 sisanya memilih *bas relief* yang memiliki *background* sejajar dengan *foreground*, dalam model ketiga 70 responden memilih *bas relief* dengan *background* lebih

rendah dari *foreground* sedangkan 17 sisanya memilih bas relief yang memiliki *background* sejajar dengan *foreground*.



Background sejajar



Background lebih rendah

**Gambar 5.2 Bas relief dari citra 1**



Background sejajar



Background lebih rendah

**Gambar 5.3 Bas relief dari citra 2**



Background sejajar



Background lebih rendah

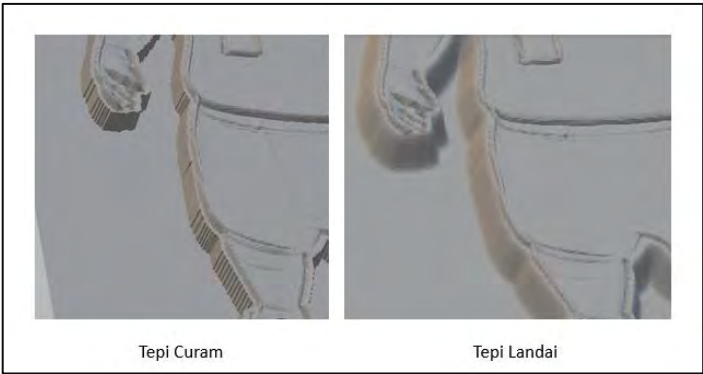
**Gambar 5.4 Bas relief** dari citra 3

## 5.5 Uji coba penentuan tepi

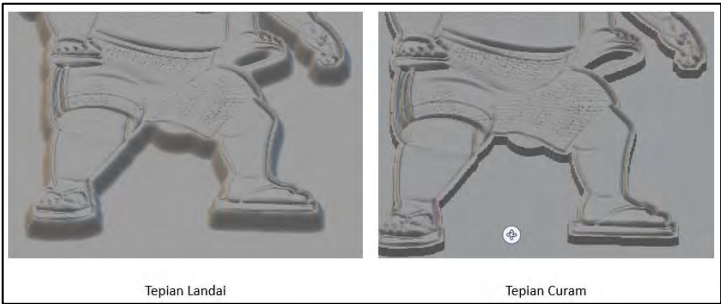
Uji coba penentuan pinggiran dilakukan untuk melihat perbedaan pengimplementasian bas relief menggunakan intuitive style dengan atau tanpa mengaplikasikan filter gaussian smoothing pada *gradient magnitude*. Uji coba penentuan tepi dilakukan menggunakan citra 2 dan citra 4. Dimana setiap citra akan menghasilkan dua *bas relief*. Hasil dari uji coba menunjukkan bahwa tanpa menggunakan filter gaussian smoothing bas relief yang dibentuk memiliki tepian curam sedangkan dengan mengaplikasikan filter gaussian smoothing didapatkan bas relief yang memiliki tepian landai. Contoh bas relief yang memiliki tepian curam dan contoh *bas relief* yang memiliki tepian landai dari citra 2 dapat dilihat dalam **Gambar 5.5** sedangkan *bas relief* dari citra 4 dapat dilihat pada **Gambar 5.6**. Hasil dari uji coba ini membuktikan keberhasilan mengimplementasikan filter gaussian smoothing untuk melandaikan tepi objek.

Tabel 5.2 Hasil Uji Coba Penentuan Tepi

	Jumlah Pemilih	
	Tepi objek curam	Tepi objek landai
<i>Bas Relief 1</i>	34	53
<i>Bas Relief 2</i>	36	51
<b>Total</b>	70	104
<b>Persentase</b>	40,23%	59,77%



Gambar 5.5 *Bas relief* dari citra 2



Gambar 5.6 *Bas relief* dari citra 4

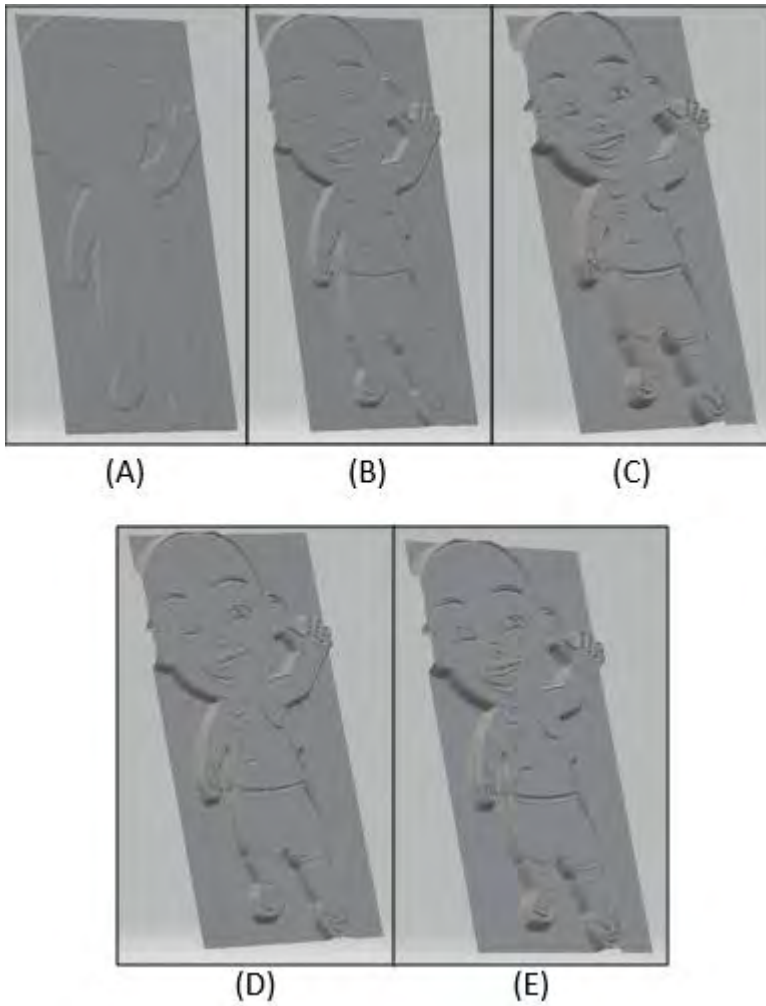


Kemudian dilakukan survey kepada 87 responden untuk mengevaluasi hasil uji coba. Responden dipersilahkan untuk memilih tiga terbaik dari enam *bas relief* yang disajikan secara berpasangan sesuai citra masukan untuk mengetahui model yang terbaik secara umum.

Hasil survey penentuan tepi yang dapat dilihat pada **Tabel 5.2** menunjukkan bahwa *bas relief* dengan tepian landai lebih banyak dipilih oleh responden dari pada bas relief dengan tepian curam. Dengan dipilih sebanyak 104 kali dari 174 kali pemilihan atau setara dengan 59,77%. Dalam Model pertama 53 responden memilih *bas relief* dengan tepian landai sedangkan 34 sisanya memilih bas relief dengan tepian curam, dalam model kedua 51 responden memilih *bas relief* dengan tepian landai sedangkan 36 sisanya memilih bas relief dengan tepian curam.

## 5.6 Uji coba penentuan nilai skala

Uji coba penentuan nilai *skala* dilakukan untuk mengetahui pengaruh nilai *skala* pada implementasi bas relief. Uji coba ini dilakukan menggunakan citra 2 yang akan menghasilkan lima *bas relief*. Masing-masing *bas relief* dibentuk dengan *skala* yang berbeda yaitu 5, 20, 30, 40 dan 50. Hasil uji coba menunjukkan bahwa semakin besar nilai *skala* maka akan semakin tinggi jarak *foreground* terhadap *background* dan detail dari model *bas relief* akan terlihat semakin banyak. Contoh *bas relief* yang digunakan dalam uji coba ini dapat dilihat dalam ilustrasi yang ditunjukkan dalam **Gambar 5.7**, dengan nilai *skala* 5 pada gambar (A), nilai *skala* 20 pada gambar (B), nilai *skala* 30 pada gambar (C) nilai *skala* 40 pada gambar (D), sedangkan nilai *skala* 50 pada gambar (E). Hasil dari uji coba ini membuktikan bahwa nilai *skala* berpengaruh kepada ketinggian *foreground* terhadap *background* dan secara tidak langsung mempengaruhi banyak detail yang terdapat dalam model *bas relief* yang dibentuk.



**Gambar 5.7 Bas Relief dengan nilai skala (A) 5, (B) 20, (C) 30, (D) 40, (E) 50.**

**Tabel 5.3 Tabel Hasil Uji Coba Penentuan Nilai Skala**

	Skala	Jumlah pemilih	Persentase
<i>Bas Relief 1</i>	5	1	1,15%
<i>Bas Relief 2</i>	20	24	27,59%
<i>Bas Relief 3</i>	30	31	35,63%
<i>Bas Relief 4</i>	40	8	9,20%
<i>Bas Relief 5</i>	50	23	26,44%
<b>Total</b>		87	

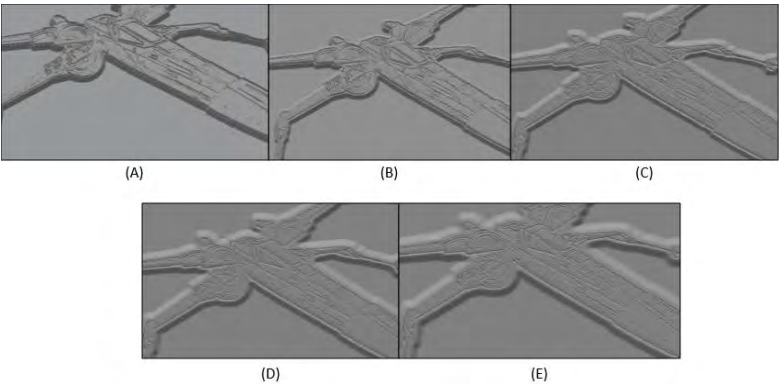
Kemudian dilakukan survey kepada 87 responden untuk mengevaluasi hasil uji coba. Responden dipersilahkan untuk memilih satu model *bas relief* terbaik dari lima *bas relief* yang disajikan untuk mengetahui model yang terbaik secara umum.

Hasil survey penentuan nilai *skala* dapat dilihat pada **Tabel 5.3**. Survey yang dilakukan dengan nilai *skala* 5, 20, 30, 40 dan 50 ini menunjukkan bahwa *bas relief* dengan nilai *skala* 30 adalah *bas relief* yang memiliki pemilih terbanyak dengan 31 orang pemilih dari 87 responden atau setara dengan 35,63%.

### **5.7 Uji coba penentuan nilai sigma pada filter gaussian**

Uji coba penentuan nilai *sigma* dilakukan untuk mengetahui pengaruh nilai *sigma*. *Sigma* merupakan standar deviasi dari filter gaussian smoothing yang dipakai dalam *unsharp masking*. Uji coba ini dilakukan menggunakan citra 1 yang akan menghasilkan lima *bas relief*. Masing-masing *bas relief* dibentuk dengan *sigma* yang berbeda yaitu 1, 2, 3, 4 dan 5. Hasil uji coba menunjukkan bahwa Semakin kecil nilai *sigma* maka akan semakin banyak detail dari model *bas relief* yang ditampilkan. Contoh *bas relief* yang digunakan dalam uji coba ini dapat dilihat dalam ilustrasi yang ditunjukkan dalam **Gambar 5.8**, dengan nilai *sigma* 5 pada gambar (A), nilai *sigma* 20 pada gambar (B), nilai *sigma* 30 pada gambar (C) nilai *sigma* 40 pada gambar (D), sedangkan nilai *sigma* 50 pada gambar (E) Hasil dari uji coba ini membuktikan bahwa Nilai *sigma*

pada filter gaussian berpengaruh kepada banyak detail yang terdapat dalam model *bas relief* yang dibentuk.



**Gambar 5.8** *Bas relief* dengan nilai sigma (A) 1, (B) 2, (C) 3, (D) 4, (E) 5.

Kemudian dilakukan survey kepada 87 responden. Responden dipersilahkan untuk memilih satu model *bas relief* terbaik dari lima *bas relief* yang disajikan untuk mengetahui model yang terbaik secara umum. Hasil survey penentuan nilai *sigma* yang dapat dilihat pada Tabel 5.4. Survey yang dilakukan dengan nilai *sigma* 1, 2, 3, 4 dan 5 ini menunjukan bahwa *bas relief* dengan nilai *sigma* 1 adalah bas relief yang memiliki pemilih terbanyak dengan 47 orang pemilih dari 87 responden atau setara dengan 54,02%

**Tabel 5.4** Tabel Hasil Uji Coba Penentuan Nilai Sigma Pada Filter Gaussian

	<i>Sigma</i>	Jumlah pemilih	Persentase
<i>Bas Relief 1</i>	1	47	54,02%
<i>Bas Relief 2</i>	2	29	33,33%
<i>Bas Relief 3</i>	3	2	2,30%
<i>Bas Relief 4</i>	4	7	8,05%
<i>Bas Relief 5</i>	5	2	2,30%
Total		87	

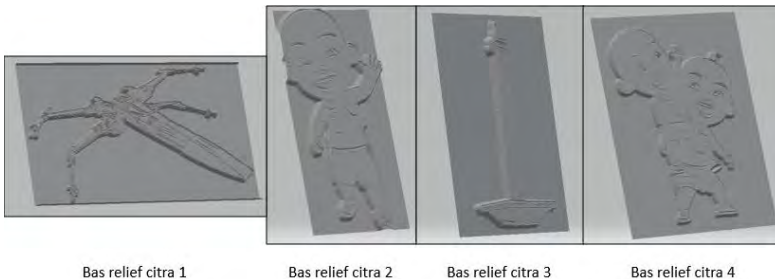
## 5.8 Analisis Evaluasi Hasil Uji Coba

Pada subbab ini akan dijelaskan analisis dari hasil uji coba yang dilakukan. Subbab ini akan menjelaskan apa saja yang dihasilkan dan informasi apa saja yang dapat diambil dalam tahap uji coba. Berikut adalah analisis dari hasil uji coba yang dilakukan:

1. Hasil uji coba penentuan nilai *skala* membuktikan bahwa nilai *skala* berpengaruh kepada ketinggian dan banyaknya detail pada *bas relief*. Semakin kecil nilai *skala*, *bas relief* akan semakin rendah dan detail yang ditampilkan semakin sedikit, sedangkan semakin besar nilai *skala*, *bas relief* akan semakin tinggi dan detail yang ditampilkan semakin banyak. Evaluasi hasil uji coba penentuan nilai *skala* yang dilakukan dengan mensurvey 87 responden menggunakan 1 pertanyaan yang mengandung 5 buah *bas relief* dengan nilai *skala* 5, 20, 30, 40 dan 50 menunjukkan bahwa nilai *skala* 30 adalah nilai *skala* yang terbaik. Nilai *skala* 30 adalah nilai yang paling banyak dipilih oleh responden dengan persentase sebesar 35,63%.
2. Uji coba penentuan nilai *sigma* membuktikan bahwa selain dipengaruhi oleh nilai *skala*, banyaknya detail juga dipengaruhi oleh nilai *sigma* yang merupakan standar deviasi dari filter gaussian. Semakin kecil nilai *sigma* maka detail yang ditampilkan menjadi lebih banyak. Semakin besar nilai *sigma* maka detail yang ditampilkan akan semakin sedikit. Evaluasi hasil uji coba penentuan nilai *sigma* yang dilakukan dengan mensurvey 87 responden menggunakan 1 pertanyaan yang mengandung 5 buah *bas relief* dengan nilai *skala* 1, 2, 3, 4 dan 5 menunjukkan bahwa nilai *sigma* 1 adalah nilai *sigma* yang terbaik. Nilai *sigma* 1 adalah nilai yang paling banyak dipilih oleh responden dengan persentase sebesar 54,02%.
3. Evaluasi hasil uji coba penentuan background yang dilakukan dengan mensurvey 87 responden menggunakan 3 pertanyaan

yang mengandung 2 buah bas relief dengan tipe background yang berbeda dalam setiap pertanyaan menunjukkan bahwa bas relief dengan tipe background lebih rendah dari foreground adalah tipe background yang terbaik. Tipe background lebih rendah dari foreground merupakan tipe yang paling banyak dipilih oleh responden dengan persentase sebesar 81,99%.

4. Evaluasi uji coba penentuan tepi yang dilakukan dengan mensurvey 87 responden menggunakan 2 pertanyaan yang mengandung 2 buah bas relief dengan tepian objek yang berbeda dalam setiap pertanyaan menunjukkan bahwa bas relief dengan tepian landai adalah tepian objek yang terbaik. Tepian landai merupakan tepian yang paling banyak dipilih oleh responden dengan persentase sebesar 59,77%.
5. Bas relief yang dibentuk dari ke empat hasil evaluasi uji coba pada poin sebelumnya dapat dilihat pada **Gambar 5.9**.



**Gambar 5.9** *Bas relief* yang menggunakan parameter-parameter terbaik

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini membahas mengenai kesimpulan yang dapat diambil dari hasil uji coba yang telah dilakukan sebagai jawaban dari rumusan masalah. Selain itu juga terdapat saran yang ditujukan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

#### **6.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang diperoleh dari pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil uji coba penentuan nilai skala membuktikan bahwa nilai *skala* berpengaruh kepada ketinggian dan banyaknya detail pada *bas relief*. Hasil uji coba nilai *skala* menunjukkan bahwa nilai *skala* 30 adalah nilai yang paling banyak dipilih oleh responden dengan persentase sebesar 35,63%.
2. Uji coba penentuan nilai sigma membuktikan bahwa selain dipengaruhi oleh nilai *skala*, banyaknya detail juga dipengaruhi oleh nilai *sigma* yang merupakan standar deviasi dari filter gaussian. Evaluasi hasil uji coba menunjukkan bahwa nilai *sigma* 1 adalah nilai *sigma* yang terbaik. Nilai *sigma* 1 adalah nilai yang paling banyak dipilih oleh responden dengan persentase sebesar 54,02%.
3. Evaluasi hasil uji coba penentuan background menunjukkan bahwa *bas relief* dengan tipe background lebih rendah dari foreground adalah tipe background yang terbaik. Tipe background lebih rendah dari foreground merupakan tipe yang paling banyak dipilih oleh responden dengan persentase sebesar 81,99%.

4. Evaluasi uji coba penentuan tepi menunjukkan bahwa bas relief dengan tepian landai adalah tepian objek yang terbaik. Tepian landai merupakan tepian yang paling banyak dipilih oleh responden dengan persentase sebesar 59,77%.
5. Dari empat evaluasi uji coba yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa secara umum bas relief yang optimal memiliki *background* yang lebih rendah dari *foreground*, tepi yang landai, nilai skala 30 dan nilai sigma 1.

## 6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dalam evaluasi pengujian *bas relief* menggunakan gradien citra dan alpha blending adalah dibutuhkannya formulir survey yang bisa menampilkan model tiga dimensi. Hal tersebut dibutuhkan untuk memperoleh hasil lebih akurat.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] “Facebook Gunakan AI untuk Bantu Tunanetra ‘Melihat’ Foto,” *Tech in Asia Indonesia*, 16-Jan-2018. [Daring]. Tersedia pada: <https://id.techinasia.com/facebook-kecerdasan-buatan-deskripsi-foto>. [Diakses: 16-Jan-2018].
- [2] “TapTapSee - Blind and Visually Impaired Assistive Technology - powered by CloudSight.ai image recognition API.” [Daring]. Tersedia pada: <http://taptapseeapp.com/>. [Diakses: 16-Jan-2018].
- [3] Z. Ji, W. Ma, dan X. Sun, “Bas-Relief Modeling from Normal Images with *Intuitive styles*,” *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, vol. 20, no. 5, hal. 675–685, Mei 2014.
- [4] E. W. Weisstein, “Laplacian.” [Daring]. Tersedia pada: <http://mathworld.wolfram.com/Laplacian.html>. [Diakses: 13-Jan-2018].
- [5] “Pengertian Dan Macam - Macam Relief Seni Pahat Pada Zaman Kuno | DosenPendidikan.Com.” [Daring]. Tersedia pada: <http://www.dosenpendidikan.com/pengertian-dan-macam-macam-relief-seni-pahat-pada-zaman-kuno/>. [Diakses: 15-jan-2018].
- [6] W. Song, A. Belyaev, dan H. P. Seidel, “Automatic Generation of Bas-reliefs from 3D Shapes,” in *IEEE International Conference on Shape Modeling and Applications, 2007. SMI '07*, 2007, hal. 211–214.

- [7] “The Bas-Relief Ambiguity.” [Daring]. Tersedia pada: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.cs.columbia.edu/~belhumeur/journal/basrelief-ijcv.pdf>. [Diakses: 12-Jan-2018].
- [8] Shapiro, Linda; George Stockman. "5, 7, 10". Computer Vision. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, Inc. hal. 157–158, 215–216, 299–300.
- [9] Porter, Thomas; Tom Duff (1984). "Compositing Digital Images". Computer Graphics. 18 (3): 253–259.
- [10] “A few scanning tips, Sharpening - Unsharp Mask.” [Daring]. Tersedia pada: <https://www.scantips.com/simple6.html>. [Diakses: 14-Jan-2018].
- [11] “Three algorithms for converting color to grayscale.” [Daring]. Tersedia pada: <https://www.johndcook.com/blog/2009/08/24/algorithms-convert-color-grayscale>. [Diakses: 14-Jan-2018].
- [12] Shapiro, Linda; George Stockman. "5, 7, 10". Computer Vision. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, Inc. hal. 137, 150.
- [13] “Introduction To Polygon meshes.” [Daring]. Tersedia pada: <https://www.scratchapixel.com/lessons/3d-basic-rendering/introduction-polygon-mesh>. [Diakses: 12-Jan-2018].

## BIODATA PENULIS



Maserati Teja Baihaqi, lahir di Kuningan, pada tanggal 10 Februari 1997. Penulis menempuh pendidikan mulai dari SD Kartika 7 Cirebon (2002-2008), SMPN 5 Cirebon (2008-2011), SMAN 6 Cirebon (2011-2013) hingga terakhir Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (2013-2017) di jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi angkatan tahun 2013.

Selain mengikuti kegiatan akademik, penulis mengikuti kegiatan organisasi sekaligus mengembangkan minatnya pada bidang Olahraga dengan berpartisipasi sebagai anggota UKM Flag Football (2013-2014), wakil ketua Departemen Dalam Negeri UKM Flag Football(2014-2015). anggota TIM College Bowl ITS 1-5 (2013-2017). Kepala Divisi Perlengkapan College Bowl IV (2015). Kepala Departemen Minat Bakat HMTC (2015-2016).

Penulis memiliki bidang minat Komputasi Cerdas Visi (KCV) dengan fokus studi pada bidang *image processing*. Komunikasi dengan penulis dapat melalui email: **maseratitejo@gmail.com**.